



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:

**“DESARROLLO DE UN TEXTIL TÉCNICO PARA MINIMIZAR EL IMPACTO DE
GOLPES, UTILIZANDO EL CAUCHO RECUPERADO DE LOS NEUMÁTICOS
FUERA DE USO”**

AUTORA: ELIZABETH JIMENA CANTINCUS TAICUZ

DIRECTOR: MSc. WILSON ADRIAN HERRERA VILLARREAL

IBARRA – ECUADOR

2021



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100402554-8		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Cantincus Taicuz Elizabeth Jimena		
DIRECCIÓN:	Lita-calle principal -Vía San Lorenzo		
EMAIL:	ejcantincust@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0994728795

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"Desarrollo de un textil técnico para minimizar el impacto de golpes, utilizando el caucho recuperado de los neumáticos fuera de uso"
AUTOR:	Cantincus Taicuz Elizabeth Jimena
FECHA: DD/MM/AAAA	5 de abril del 2021
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Textil
ASESOR /DIRECTOR:	MSc. Wilson Adrián Herrera Villarreal

2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 5 días del mes de abril de 2021

EL AUTOR:

(Firma) 
Nombre: Elizabeth Cantincus



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

CERTIFICADO DEL DIRECTOR

MSc. Wilson Herrera director de tesis de grado desarrollado por la Srta. Elizabeth Jimena Cantincus Taicuz

CERTIFICO

Que el proyecto de tesis previo a la obtención del título con el tema: “Desarrollo de un textil técnico para minimizar el impacto de golpes, utilizando el caucho recuperado de los neumáticos fuera de uso”, ha sido desarrollada y terminada en su totalidad por la Srta. Elizabeth Jimena Cantincus Taicuz, con cédula de identidad 100402554-8, bajo mi dirección. Luego de ser revisado se ha considerado que se encuentra concluida en su totalidad y cumple con todas las exigencias y requerimientos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Textil, autorizo su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.



Firmado electrónicamente por:

**WILSON ADRIAN
HERRERA VILLARREAL**

MSc. Wilson Herrera

DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios ante todas las cosas, el mi confidente, amigo y mi guía espiritual; quien con su amor infinito y paciencia me ha brindado la oportunidad de cumplir una meta más en mi vida; el mismo que me da las fuerzas y la sabiduría para continuar en mi diario vivir. **PORQUE CON DIOS TODAS LAS COSAS SON POSIBLES**

Agradecimiento infinito a mis dos grandes amores, mi padre Florencio Cantincus y mi madre Melida Taicuz, quienes han sido ejemplo de lucha y superación. Ellos que han sido mi apoyo incondicional, motivación y ejemplo de superación. A mis hermanos, Juan Carlos, Fernando, Brayan, Jordin, quienes estuvieron allí para sacarme una sonrisa cuando lo necesitaba.

Agradezco a mis amigas Yomaira, Ana y Martha por su inmensa amistad brindada durante toda nuestra vida universitaria.

Agradezco al MSc. Wilson Herrera, Ing. Fausto Gualoto por hacer posible la culminación de mi trabajo de titulación y a la Carrera de Ingeniería Textil de la Universidad Técnica del Norte que, con el conocimiento y valores de los docentes, contribuyeron en mi formación profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICADO DEL DIRECTOR	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE DE CONTENIDOS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIII
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT.....	XVI
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo General	3
1.2.2. Objetivos Específicos.....	3
1.3. Alcance	4
1.4. Justificación	4
CAPÍTULO II	6
2. MARCO TEÓRICO	6

2.1.	Neumático	6
2.1.1.	Partes del neumático.....	6
2.1.2.	Componentes de los neumáticos.	7
2.2.	Proceso de reciclado de neumáticos	8
2.2.1.	Trituración mecánica.....	10
2.2.2.	Características de gránulos o partículas.	12
2.2.3.	Aplicaciones actuales de NFU.	12
2.3.	Deportes extremos	13
2.3.1.	Deportes extremos en tierra.....	13
2.3.2.	Deportes extremos en agua.	14
2.3.3.	Deportes extremos al aire libre.....	15
2.3.4.	Deportes extremos en nieve.	16
2.4.	Zonas expuestas a accidentes.....	16
2.4.1.	Tipos de lesiones.	17
2.4.2.	Lesiones en la práctica de deportes extremos.	18
2.4.3.	Zonas de protección ante la práctica de deporte extremo.	20
2.5.	Tejidos.....	21
2.5.1.	Tejido plano.....	21
2.5.2.	Tejido de punto.....	22
2.6.	Características de los tejidos para deportes extremos.....	22

2.6.1.	Indumentaria deportiva.	22
2.6.2.	Estructura del vestuario de deportes extremos.	23
2.6.3.	Normativas de seguridad.	24
2.6.4.	Telas utilizadas en la elaboración de prendas deportivas.	26
2.7.	Acabado textil.	28
2.8.	Textiles técnicos.	28
2.9.	Productos químicos.	29
2.9.1.	Polímeros.	29
2.9.2.	Base acuosa.	29
2.9.3.	Poliuretano.	29
2.10.	Proceso de aplicación del acabado textil.	30
2.10.1.	Recubrimiento.	30
2.10.2.	Laminado.	30
2.11.	Técnicas para elaborar textiles técnicos.	30
2.11.1.	Rasqueta.	30
2.11.2.	Recubrimiento por rodillo (Lick roll).	31
2.11.3.	Estampación con bastidor.	32
CAPÍTULO III.		33
3.	METODOLOGÍA.	33
3.1.	Determinar el proceso de acabado en base al caucho.	33

3.1.1.	Equipos y materiales utilizados en la obtención de partículas de caucho	33
3.1.2.	Flujograma de obtención del caucho.....	34
3.2.	Desarrollo del acabado.....	39
3.2.1.	Equipos, instrumentos, materiales, productos utilizados en el proceso de estampación.....	39
3.2.2.	Característica de la tela	43
3.2.3.	Preparación pasta madre.....	43
3.2.4.	Procesos de estampación.....	44
3.2.5.	Pruebas de aplicación	50
3.2.6.	Variables.....	54
3.3.	Desarrollo del calzado para la prueba de impacto	54
3.3.1.	Componentes principales del calzado	55
3.3.2.	Proceso de elaboración del calzado.....	56
3.4.	Métodos y técnicas.....	58
3.4.1.	Pruebas de resistencia a la tracción y elongación	58
3.4.2.	Prueba de repelencia al agua	59
3.4.3.	Resistencia al desgarro: Método lengüeta.....	59
3.4.4.	Solidez del color al frote	60
3.4.5.	Prueba de resistencia al lavado doméstico	60
3.4.6.	Prueba de impacto en zapatos de seguridad (adaptada)	60

CAPÍTULO IV.....	63
4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	63
4.1. Prueba de impacto.....	63
4.1.1. Características del calzado.	63
4.1.2. Especificaciones técnicas según normas para calzado I/75.	64
4.1.3. Resultados de pruebas de impacto.	65
4.1.4. Resumen de resultados obtenidos en la prueba de impacto	68
4.2. Prueba de resistencia al desgarro: Método de lengüeta ASTM-D2261.....	72
4.3. Prueba de resistencia a tracción y alargamiento ISO 13934-2 (2014).....	74
4.4. Prueba de repelencia al agua AATCC 22 (2014).....	76
4.5. Prueba de lavado y secado doméstico.....	77
4.6. Prueba de Solidez del color al frote	78
4.7. Pruebas de confiabilidad de confiabilidad de impacto	79
4.7.1. Análisis de la varianza.....	79
4.7.2. Confiabilidad de datos.....	80
4.7.3. Análisis del gráfico.....	81
CAPÍTULO V	84
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
5.1 Conclusiones.....	84
5.2 Recomendaciones	86

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
ANEXOS	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partes de un neumático	6
Figura 2. Neumáticos fuera de uso.....	9
Figura 3. Trituración mecánica	10
Figura 4. Proceso de obtención del polvo de caucho	11
Figura 5. Motocross	14
Figura 6. Rating.....	15
Figura 7. Caída libre.....	15
Figura 8 Montañismo	16
Figura 9. Zonas del cuerpo expuesta a accidentes	17
Figura 10. Lesiones comunes en la práctica de deportes	19
Figura 11. División de prendas según la zonas de riegos.....	20
Figura 12 Estructura de tejido plano	21
Figura 13. Tejido de punto	22
Figura 14. Recubrimiento por rasqueta	31
Figura 15. Recubrimiento por rodillo.....	32
Figura 16. Bastidor.....	32
Figura 17. Equipo y material para la obtención de partículas de caucho.....	34
Figura 18. Neumático fuera de uso	35
Figura 19. Corte del neumático.....	35
Figura 20. Esmerilado	36
Figura 21. Separación de partículas grandes e impurezas.....	37

Figura 22. Separación de metales.....	37
Figura 23. Flujograma de proceso de obtención de partículas de caucho.....	38
Figura 24. Instrumentos de laboratorios.....	39
Figura 25. Equipos de laboratorio	40
Figura 26. Materiales de estampación.....	41
Figura 27. Productos de elaboración de pasta madre.....	42
Figura 28. Obtención de muestras.....	45
Figura 29. Preparación pasta madre	45
Figura 30. Medición de la viscosidad	46
Figura 31. Estampado.....	47
Figura 32. Secado de muestras.....	47
Figura 33. Termofijado de la tela.....	48
Figura 34. Flujograma de proceso-textil técnico.....	49
Figura 35. Componentes principales del calzado.....	55
Figura 36. Calzado recubierto con el textil técnico.....	57
Figura 37. Parámetros de control de la prueba.....	58
Figura 38 Equipo de impacto	62
Figura 39. Análisis de resultados de la prueba de impacto	71
Figura 40. Tendencia de datos de resistencia al desgarro	74
Figura 41. Análisis de los resultados obtenidos	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición típica de un neumático fuera de uso.....	8
Tabla 2 Características generales de la indumentaria deportiva	23
Tabla 3. Estructura de vestuario para deportes extremos.....	24
Tabla 4 Normativa de seguridad de indumentaria para deportes extremos	25
Tabla 5 Materiales utilizados en prendas deportivas	27
Tabla 11 Ficha técnica del tejido	43
Tabla 12 Receta pasta madre.....	44
Tabla 13 Prueba de aplicación 30%	51
Tabla 14 Prueba de aplicación al 50%	52
Tabla 15 Prueba de aplicación al 80%	53
Tabla 16 Valores para evaluar la prueba de repelencia al agua	59
Tabla 17 Características del calzado	64
Tabla 18 Especificaciones técnicas.....	64
Tabla 19 Prueba de impacto sin acabado	65
Tabla 20 Prueba de impacto al 30% de concentración	66
Tabla 21 Prueba de impacto al 50% de concentración de caucho	67
Tabla 22 Prueba de impacto al 80% de concentración de caucho	68
Tabla 23 Tabla de resumen de valores de impacto en milímetros	69
Tabla 24 Valores de impacto en porcentaje	70
Tabla 25 Resultados de la Prueba de resistencia al desgarro en porcentajes	73
Tabla 26 Resistencia a la tracción y alargamiento en urdimbre.....	75

Tabla 27 Prueba de resistencia a la tracción y alargamiento en trama.....	76
Tabla 28 Resultados de la prueba repelencia al agua.....	77
Tabla 29 Resultados de la Prueba lavado y secado Doméstico	78
Tabla 30 Resultados de la prueba de solidez al frote	79
Tabla 31 Análisis de la varianza de la prueba de impacto	80
Tabla 32 Test de confiabilidad de los datos obtenidos	81

ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1.</i> Obtención de partículas de caucho.....	92
<i>Anexo 2.</i> Preparación de la tela	92
<i>Anexo 3.</i> Estampado y secado del textil	93
<i>Anexo 4.</i> Termofijado del textil.....	93
<i>Anexo 5.</i> Preparación del acabado para las respectivas pruebas de calidad.....	94
<i>Anexo 6.</i> Prueba de resistencia al desgarro	94
<i>Anexo 7.</i> Prueba repelencia al agua.....	95
<i>Anexo 8.</i> Prueba de resistencia a la tracción	95
<i>Anexo 9.</i> Prueba de resistencia al frote.....	96
<i>Anexo 10.</i> Prueba de lavado y secado doméstico.....	96
<i>Anexo 11.</i> Evaluación de la transferencia del color	97
<i>Anexo 12.</i> Muestra del calzado antes del ensayo de impacto.....	97
<i>Anexo 13.</i> Montaje de las punteras para el ensayo de impacto	98
<i>Anexo 14.</i> Muestra del calzado después del ensayo de impacto	98

<i>Anexo 15. Ficha Técnica de la base acuosa.....</i>	<i>99</i>
<i>Anexo 16. Características del calzado</i>	<i>100</i>
<i>Anexo 17. Resultados de la prueba de impacto sin acabado</i>	<i>101</i>
<i>Anexo 18. Resultados de la prueba de impacto 30% y 50%</i>	<i>102</i>
<i>Anexo 19. Resultado de la prueba de impacto al 80%</i>	<i>103</i>

RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad aportar al reciclaje y a la reducción de productos que son difíciles de desintegrar por procesos químicos o biológicos, a través del aprovechamiento de partículas de caucho extraídas de neumáticos fuera de uso, que al ser aplicado en tejido plano 100% poliéster brinda la capacidad de absorber energías de impacto.

En la presente investigación se detalla el proceso de extracción y aplicación de partículas de caucho en tejido plano 100% poliéster mediante el uso de ligante y auxiliares del acabado, siendo esta la primera fase del proyecto. Una vez desarrollado el textil técnico, se procede a la elaboración de 10 calzados, los cuales son sometidos a diferentes energías de impacto, nueve poseen el acabado en tres diferentes concentraciones de partículas de caucho (30%,50%,80%) y un calzado está elaborado con el tejido sin acabado, la finalidad es comparar los datos con los textiles técnicos y de esta manera establecer el grado de protección que brindan al ser sometidos a impactos o golpes.

Luego de obtener los datos y analizarlos se determina que los valores de calificación de los textiles técnicos al 30%,50% y 80% se encuentran en un rango superior a 52% considerándose de esta manera textiles protectores de impacto, donde la calificación son generados de forma ascendente, es decir entre mayor es el porcentaje de partículas de caucho, el grado de protección aumenta, siendo el acabado con 80% de concentración de caucho con mayor grado de protección ya que sus rangos de protección se encuentran entre 88%-77%. Y el textil sin acabado no es considerado un protector de impactos porque presentan una calificación inferior al 52%, valor mínimo permitido para ser considerado un protector de impactos.

ABSTRACT

The present work aims to contribute to the recycling and reduction of products that are difficult to disintegrate by chemical or biological processes, through the use of rubber particles extracted from end-of-life tires, which when applied to 100% polyester flat fabric provides the ability to absorb impact energies.

In this research, the process of extraction and application of rubber particles in 100% polyester flat fabric is detailed through the use of binder and finishing auxiliaries, this being the first phase of the project. Once the technical textile has been developed, 10 footwear is made, which are subjected to different impact energies, nine are finished in three different concentrations of rubber particles (30%, 50%, 80%) and one Footwear is made with unfinished fabric, the purpose is to compare the data with technical textiles and in this way establish the degree of protection they provide when subjected to impacts or blows.

After obtaining the data and analyzing them, it is determined that the qualification values of technical textiles at 30%, 50% and 80% are in a range higher than 52%, thus considering impact protective textiles, where the qualification is generated. In an ascending way, that is, the higher the percentage of rubber particles, the degree of protection increases, being the finish with 80% concentration of rubber with a higher degree of protection since its protection ranges are between 88% -77 %. And the unfinished textile is not considered an impact protector because they have a rating of less than 52%, the minimum value allowed to be considered an impact protector.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La producción y consumo de productos no amigables con el medio ambiente generan grandes impactos ambientales, como es el caso de neumáticos fuera de uso que presenta una difícil degradación ya sea por su forma, composición y tamaño, haciéndola indestructible con el paso del tiempo. Peláez, Velásquez, & Giraldo (2017) menciona:

En 2014, el último año del cual se cuenta con estadísticas consolidadas sobre el mercado del caucho, el consumo mundial de esta materia prima fue de 28,9 millones de toneladas. Se estima que en 2015 la demanda mundial de caucho aumentó un 0,7 % respecto a 2014 y que entre 2016 y 2024 el consumo aumentará un 3,1 % anualmente en promedio, lo que confirma la tendencia creciente del mercado observada en las últimas décadas. (p. 28-29)

Mirando la problemática que ocasionan los neumáticos fuera de usos, ciertas instituciones y empresas han tomado medidas para la reutilización del componente principal denominado caucho. Peláez, Velásquez, & Giraldo (2017) hacen menciona algunas cifras que a continuación se detallan:

Considerando que entre el 65 y el 70 % del caucho producido en el mundo es utilizado para la fabricación de llantas, debe tenerse en cuenta que cada año se generan aproximadamente 17 millones de toneladas de llantas fuera de uso (LLFU). Dado que el total de caucho en una llanta corresponde más o menos el 41 y el 55 % de su peso, se tiene que entre 7 y 9 millones de toneladas de caucho provenientes de LLFU se disponen cada año a nivel mundial. (p. 29)

Es por ello que se ha desarrollado métodos que han permitido reutilizar el componente principal denominado caucho, el cual es reducido a partículas o gránulos pequeñas que sirve de materia prima para la fabricación de otros productos, debido a que presentan propiedades específicas tales como; capacidad de absorción de vibraciones, peso reducido, elevada resistencia a cortes, alta resistencia a agentes climatológicos, flexibilidad, alto poder calorífico, capacidad de reducir el impacto de golpes.

Partiendo de las propiedades de las partículas o gránulos de caucho, nace la idea de utilizar este producto, como un medio para mejorar la propiedad de una de una textil destinada a ropa de protección para la práctica de deportes extremos, tales como: motocross. Donde los golpes, raspones y accidentes más graves no se los pueden predecir en el momento de realizar una maniobra.

1.1.Problema

El incremento de la población mundial viene a ser directamente proporcional al aumento de la producción y consumo de productos no amigables con el medio ambiente, es por ello que en la actualidad se ha venido tomando como punto esencial la contaminación ambiental, que es ocasionado por productos que presentan una difícil degradación o que generan residuos tóxicos por su acumulación, como es el caso de los neumáticos fuera de usos. Cuyo componente principal es el caucho, el cual a través de diferentes procesos se ha logrado reducir el tamaño de estas, que van desde gránulos hasta partículas muy pequeñas. Estas partículas poseen ciertas propiedades tales como; aislamiento térmico, acústico, resistencia a la abrasión, golpes entre otras. Es por ello que en la actualidad son aprovechadas para elaborar canchas deportivas debido a que permiten minimizar el impacto de golpes generados por caídas. Como se sabe en la práctica de deportes

extremos, el cuerpo está expuesto a caídas que pueden ocasionar golpe debido a las diferentes maniobras que se realizan dependiendo del tipo de deporte que se practique.

La aplicación de estas partículas en un textil vendría a ser una idea innovadora que permitiría solucionar unos de los grandes problemas ocasionados por la práctica de deportes que son los golpes ocasionados por las caídas.

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- ✓ Desarrollar un textil técnico para minimizar el impacto de golpes, utilizando el caucho recuperado de los neumáticos fuera de uso.

1.2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Investigar y seleccionar el método adecuado para la aplicación de las partículas en el textil.
- ✓ Aplicar el producto en diferentes porcentajes mediante el método seleccionado para determinar la concentración adecuada.
- ✓ Realizar pruebas de funcionalidad al textil para obtener los respectivos datos.
- ✓ Analizar los resultados mediante los datos obtenidos para determinar las respectivas conclusiones y recomendaciones.

1.3.Alcance

El proyecto tiene la finalidad de aplicar el caucho en partícula o gránulo de los neumáticos fuera de uso en un textil, con la finalidad minimizar el impacto de golpes que son generados por caídas en la práctica del deporte.

Las pruebas para determinar la concentración ideal que se debe aplicar en el textil se llevará a cabo en la Planta Académica Textil.

Así como también se hará usos de los equipos de laboratorio para realizan pruebas de funcionalidad tales como; resistencia al desgarre y el lavado en máquina. Así como también la prueba para determinar el grado de protección que brinda el textil ante la presencia de golpes se realizará mediante el equipo de impacto de golpes. Con los datos obtenidos se realizará el respectivo análisis.

1.4.Justificación

Un neumático es básicamente un elemento que permite a un vehículo desplazarse en forma suave a través de superficies lisas. Están diseñadas para resistir condiciones mecánicas y meteorológicas lo que le hace prácticamente indestructible por el paso del tiempo. En tamaño y la forma hacen que se dificulte su rehabilitación por medio de vertederos, es por ello que en la actualidad mirando la problemática que representa la acumulación de estas, se ha desarrollado métodos que han permitido reutilizar el componente principal denominado caucho, el cual es reducido a partículas o gránulos pequeñas que sirve de materia prima para la fabricación de otros productos, debido a que presentan propiedades específicas tales como; capacidad de absorción de vibraciones, peso reducido, elevada resistencia a cortes, alta resistencia a agentes climatológicos, flexibilidad, alto poder calorífico, capacidad de reducir el impacto de golpes.

El aprovechamiento de las propiedades de las partículas o gránulos de caucho es una alternativa innovadora que tiene doble intencionalidad, la primera es contribuir con la reducción de productos que son difíciles de desintegrar por procesos químicos o biológicos y la segunda es mejorar la propiedad de una de una textil destinada a ropa de protección para la práctica de deportes extremos, tales como: motocross. Donde los golpes, raspones y accidentes más graves no se pueden predecir al momento de realizar maniobras.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Neumático

La función de un neumático es permitir que un vehículo se desplace en forma suave a través de una superficie, son diseñadas con la finalidad de resistir condiciones mecánicas y meteorológicas extremas, lo que la hace indestructible por el paso del tiempo. La forma y la función de cada parte de un neumático está relacionada con los materiales que lo componen. (Castro , 2008)

2.1.1. Partes del neumático.

En la Figura 1 podemos observar las partes que conforman un neumático, así como también los productos que forman parte de la misma.



Figura 1. Partes de un neumático

Fuente:Cañarte & Herrera (2015)

2.1.2. Componentes de los neumáticos.

Por lo general la forma, tamaño y función del neumático, está relacionado con la complejidad de productos o materiales que lo componen, donde el principal componente es el caucho.

Luna (2013) menciona que el caucho es un polímero que puede obtenerse a partir de la savia de plantas en forma de emulsión lechosa – isopreno C_5H_8 . Así como también se puede obtener de manera sintética, este se prepara a partir de hidrocarburos insaturados cuyas características y cualidades superan a la del caucho natural. Carpio & Medina (2013) afirma: “la característica principal del caucho es que posee propiedades elásticas sus dimensiones pueden variar mucho si son sometidas a tensiones mecánicas, repelencia al agua y resistencia eléctrica” (p. 23).

En la tabla 1 se menciona los componentes de un neumático tomando en cuenta su peso. Almeida Salazar (2011) menciona que el neumático cuenta con una gran diversidad de compuestos, entre ellas se encuentran como componentes principales los polímeros (estireno-butadieno), negro de carbono y ablandadores.

Tabla 1
Composición típica de un neumático fuera de uso

COMPONENTES	TIPOS DE VEHÍCULOS	
	AUTOMÓVILES	CAMIONES
Peso	6.5-9 kg	55-80 kg
Caucho	48%	45%
Negro de humo	22%,	22%
Refuerzo metálico (Acero)	15%	25%
Refuerzo textil (Fibra)	5%	0%
Oxido de zinc	1.2%	2.1%
Azufre	1%	1%
Aditivos y otros	10%	9%

Fuente: http://digital.csic.es/bitstream/10261/17979/1/NFU's_revision.pdf

2.2. Proceso de reciclado de neumáticos

Mediante la búsqueda de contribuir con el ambiente en la actualidad se han implementado formas de reciclar neumáticos fuera, como podemos apreciar en la figura 2.



Figura 2. Neumáticos fuera de uso

Fuente: Castro (2008)

Para Cañarte & Herrera (2015) la fuerte demanda de neumáticos ha generado contaminación y desequilibrios ambientales, donde su forma y tamaño dificultan su rehabilitación por medio de vertederos, generando la acumulación de estas en terrenos baldíos, ríos, entre otros. Ecuador se desecha 55. 000 toneladas de neumáticos, que equivalen a un total de 2,4 millones de neumáticos cada año. Donde tan solo el 10% son utilizados para el recauchado de camiones o vehículos y el resto son desechadas en lotes baldíos o en basureros municipales generando así un alto grado de contaminación. Cañarte & Herrera (2015) menciona que un mal manejo de los neumáticos fuera de uso, genera la proliferación de roedores, insectos y su acumulación puede generar incendios que perjudican al ambiente.

Mirando la problemática que genera los neumáticos, empresas con el uso de la tecnología y la innovación, han podido comprobar que es posible el reciclaje, cuyos métodos permiten obtener el componente principal denominado caucho, el cual puede ser reducido en gránulos o partículas que sirven como materia prima para la fabricación de otros productos, debido a que presentan propiedades específicas tales como: capacidad de absorción de vibraciones, peso reducido, elevada

resistencia a cortes, alta resistencia a agentes climatológicos, flexibilidad y capacidad para reducir el impacto de golpes. (Delarze , 2008)

A continuación, se detalla el método más utilizado en la obtención del caucho, siendo el que genera menor contaminación, y en la presente investigación será objeto de estudio:

2.2.1. Trituración mecánica

Cardona& Sanchez (2011) menciona, este proceso consiste en someter al neumático a una serie procesos mecánicos con la finalidad de obtener gránulos o partículas, facilitando la utilización de estos materiales en nuevos procesos y aplicación. Presentan un alto desempeño, son amigables con el medio ambiente.

En la figura 3 se puede apreciar el uso de la tecnología y la innovación en procesos de trituración mecánica donde las diferentes etapas permiten obtener partículas sumamente pequeñas que sirven como materia prima para la fabricación de otros productos.



Figura 3. Trituración mecánica

Fuente: Posso & Buenaño (2014)

A continuación, en la Figura 4 se da a conocer de manera general un flujograma de procesos para la obtención de partículas de caucho por trituración mecánica cuyo proceso genera menos contaminación ambiental.

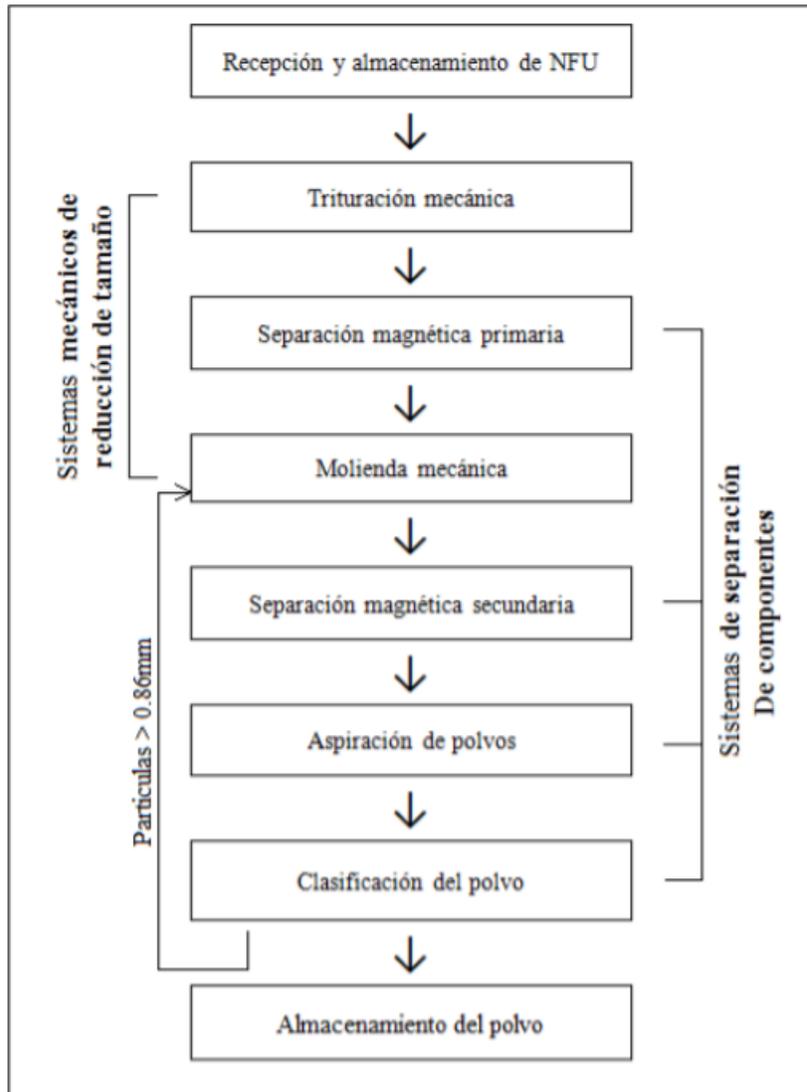


Figura 4. Proceso de obtención del polvo de caucho

Fuente: Carpio & Medina (2013)

Por otra parte Proaño & Stacey (2011) hace mención de manera general los equipos utilizados para la obtención del caucho de NFU:

- ✓ Cuchillas gruesas /afiladas
- ✓ Granuladores primarios y secundarios
- ✓ Raspadores
- ✓ Molinos craker primarios y secundarios
- ✓ Rodillos de acabado y micro rodillos

Proaño & Stacey (2011) también hace mención el siguiente enunciado:

La distribución y tamaño de la partícula del polvo depende del número de veces que pasa el polvo por el rodillo y el tipo de rodillos empleados. En general, el rodillo primario se reducirá a tamaños entre 10-40 mesh, y los secundarios y de acabado podrán reducir a 80 mesh. (p.32)

2.2.2. Características de gránulos o partículas.

De las características Aguado (2006), menciona ciertas características que poseen las partículas o gránulos de caucho:

- ✓ Resistencia a la abrasión
- ✓ Aislante térmico
- ✓ Aislante acústico
- ✓ Flexibilidad
- ✓ Resistencia al deslizamiento
- ✓ Absorción de energía al impacto

2.2.3. Aplicaciones actuales de NFU.

Aguado (2006) menciona algunas aplicaciones que se le dan al caucho recuperado de NFU:

- ✓ Pavimentos deportivos y de seguridad
- ✓ Alfombras decorativas
- ✓ Tejas
- ✓ Campos de hierbas artificiales
- ✓ Plantillas de zapatos

2.3. Deportes extremos

Los deportes extremos o también denominados deportes de aventura son aquellos que se adaptan al ambiente natural, siendo una disciplina que conlleva un alto riesgo para el deportista. También permite al deportista poner en funcionamiento su creatividad para realizar diferentes maniobras dependiendo el tipo de deporte que practique. La adrenalina y emociones fuertes forman parte de los deportes extremos, para un deportista forma parte natural atravesar empinadas montañas, escalar grandes alturas, atravesar peligrosos ríos. Para ello se requiere de equipamiento adecuado, preparación física, así como fuerza de voluntad para vencer el miedo y el peligro. (Figuroa, 2014)

A continuación se menciona los tipos de deportes extremos que se practican en la actualidad.

2.3.1. Deportes extremos en tierra.

En estos tipos de deportes las actividades se desarrollan en las montañas, paredes de rocas y senderos de mucho peligro. En actividades urbanas las pistas pueden ser de rampas, graderíos y pistas mixtas. Entre los tipos de deportes más destacados se encuentran: ciclismo de montaña, bmx, motocross, patinaje, rappel, montañismo, climbing, skate y cayoning. (Figuroa, 2014)

En la figura 5 podemos apreciar un ejemplo claro de las maniobras realizadas en motocross.



Figura 5. Motocross

Fuente: Hernández & Muñoz (2014)

Un claro ejemplo es el motocross, Pineda (2018) menciona que el motocross es un deporte extremo de carácter olímpico, por lo general se enfrentan a muchas dificultades y están expuestos a roces, caídas, choques o accidentes más graves. Este deporte se lleva a cabo en pistas que presentan desniveles, baches de tierra y curvas cerradas. En el que se alcanzan velocidades máximas de 80-90 km/h.

2.3.2. Deportes extremos en agua.

Figuroa (2014) menciona que las actividades se desarrollan en lagos, ríos y mares permitiendo al deportista moverse con cierta sensación de ingravidez y a la vez le permite encontrar la armonía con el líquido. Aquí encontramos los deportes como: rafting, kayak, buceo, esquí acuático, motonáutica y surf. En la figura 6 podemos apreciar el rating como un deporte extremo desarrollado en el agua.



Figura 6. Rating

Fuente: Aguilar & Banegas (2013)

2.3.3. Deportes extremos al aire libre.

Figuroa (2014) menciona: “Las actividades se desarrollan en el aire, entre los deportes que más destacan se encuentran: globo aerostático, parapente, paracaidismo, aeroplano y caída libre” (p. 8). Requiere entrenamiento ya que se lo practica a grandes alturas. Como una actividad desarrollada en el aire se encuentra el deporte extremo denominado caída libre que podemos apreciar en la figura 7.



Figura 7. Caída libre

Fuente: Hernández & Muñoz (2014)

2.3.4. Deportes extremos en nieve.

Figuroa (2014) menciona: “Las cimas, las pendientes blancas y los brillantes cristales de hielo son los escenarios preferidos en este deporte. Diferentes modalidades de descenso en montañas se practican aquí tales como: Esquí, Snowboard, Moto de nieve” (p.8).

Unas de las actividades desarrolladas en la nieve es montañismo, que clara mente podemos apreciar en la figura 8.



Figura 8 Montañismo

Fuente: Figuroa (2014)

2.4.Zonas expuestas a accidentes

Dependiendo del tipo de deporte que se practique la mayor parte del cuerpo del deportista puede estar expuesto a accidentes, en el caso de no contar con el equipo de protección adecuado. En la figura 9 citaremos las zonas más expuestas a lesiones generadas por algún tipo de accidente.

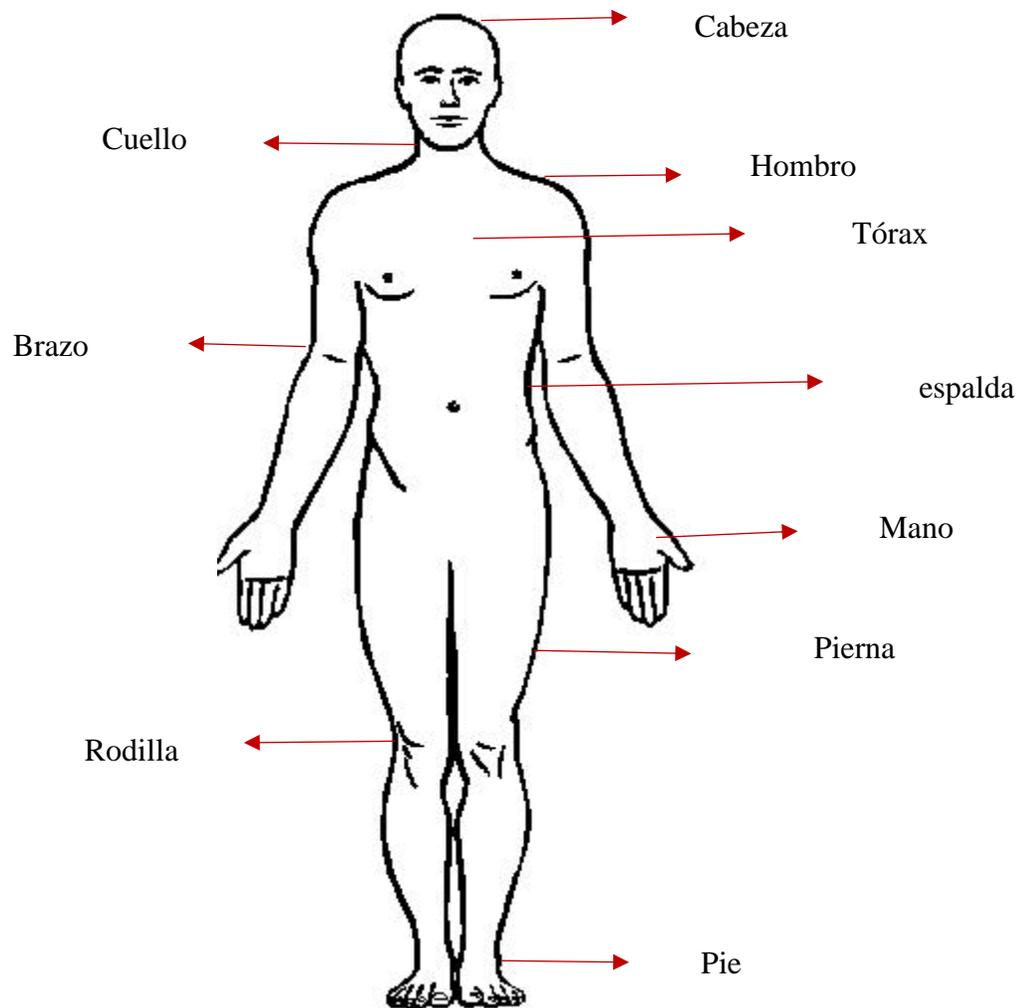


Figura 9. Zonas del cuerpo expuesta a accidentes

Fuente: <https://dibujoscolorear.es/dibujo-de-un-cuerpo-humano/>

2.4.1. Tipos de lesiones.

Aguirre & Bigazzi (2015), hacen mención algunos tipos de lesiones que se presentan la hacer deporte entre ellas están:

- **Lesiones leves:** son aquellas que no interrumpen las actividades del deportista por lo general son raspones superficiales

- **Lesiones moderadas:** son aquellas que provocan incomodidad al momento de realizar alguna actividad, en la mayor parte reduce el rendimiento del deportista.
- **Lesiones graves:** este tipo de lesiones implica una interrupción prolongada de las actividades y en mucho caso requiere de una intervención quirúrgica, así como rehabilitación.

2.4.2. Lesiones en la práctica de deportes extremos.

En la práctica de deportes extremos el cuerpo está expuesto constantemente a golpes en la mayoría de los casos pueden ocasionar lesiones leves, moderadas y graves. Las lesiones son medidas según la naturaleza del deporte, al igual que las lesiones pueden minimizarse cuando el deportista cuenta con un equipo de protección adecuado.

En el caso de accidentes de impacto frontal exponen la cabeza, tórax, abdomen y en muchos casos también se ve afectado el fémur. En un impacto lateral expone directamente la extremidad inferior, pudiendo sufrir aplastamiento de la pierna con fracturas cerradas o expuestas. La caja torácica queda expuesta a fracturas costales y lesiones pulmonares, y el abdomen puede sufrir lesiones internas como lesiones esplénicas, renales o hepáticas. También pueden sufrir daños la pelvis y la columna cervical.

A continuación, en la figura 10 se presenta algunas lesiones más frecuentes generadas en la práctica de deportes extremos, Lozada (2015), menciona:

- ✓ Fisuras en muñeca y tobillos
- ✓ Lesiones en cadera y cuello
- ✓ Daño de ligamentos
- ✓ Torceduras o esguinces

- ✓ Transtorno pulmonar
- ✓ Inflamación muscular
- ✓ Golpes
- ✓ Hemorragias internas
- ✓ Fracturas de huesos
- ✓ Lesiones craneoencefálicas



Figura 10. Lesiones comunes en la práctica de deportes

Fuente: <https://co.pinterest.com/pin/485755509781519920/>

2.4.3. Zonas de protección ante la práctica de deporte extremo.

La norma EN 13595 divide a la prenda según las zonas de riesgo, claramente podemos apreciar en la figura 11 las áreas con mayor grado de protección.

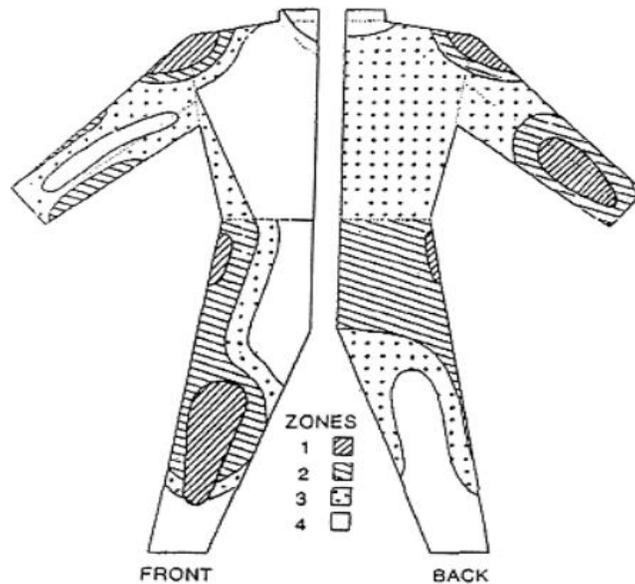


Figura 11. División de prendas según la zonas de riesgo.

<https://overlap-denim.com/es/normes-ce-pantalons-blousons-moto/>

Zona 1: Representa un alto riesgo al impacto y abrasión se ven expuestos hombros, codos, rodilla y caderas. Estas zonas deben estar provistas de protectores de absorción de impactos.

Zona 2: Representan un alto riesgo a la abrasión por lo que se requiere materiales resistentes a la abrasión por caída, donde se ven involucrados hombros, codos, antebrazos, trasero, parte exterior de la cadera y pierna.

Zona 3: Representa un riesgo moderado a la abrasión, se ven involucrados parte interior del brazo parte interior de la pierna y espalda.

Zona 4: Representan un bajo riesgo a la abrasión, se ven involucrado el pecho, entrepierna, zona baja de la espinilla y gemelos

2.5. Tejidos

Proceso mediante un conjunto de hilos (con diferentes mezclas de fibras), son tejidos para formar la denominada tela que sirve como materia prima para la elaboración de prendas u otros productos. A continuación, se menciona los dos tipos de tejidos principales que conocemos:

2.5.1. Tejido plano.

Lockuán (2012) menciona: “El tejido plano es el resultado del entrecruzamiento de dos series de hilos trama (horizontal) y Urdimbre (vertical)” (p. 4). En la figura 12 podemos apreciar la estructura que posee el tejido plano.

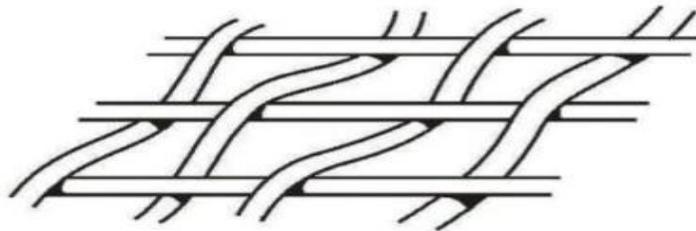


Figura 12 Estructura de tejido plano

Fuente: Lockuán (2012)

En el deporte el tejido plano es utilizado en prendas deportivas donde se requiere protección a la abrasión y raspones, como es el caso el buzo de los que practican motocross. A continuación, se menciona las características de la ropa del motociclista

2.5.2. Tejido de punto.

Eche Enríquez (2014) menciona. “El tejido de punto o género de punto es aquel que se teje formando mallas al entrelazar los hilos. Básicamente consiste en hacer pasar un lazo de hilo a través de otro lazo, por medio de agujas tal como se teje a mano” (p. 1). En la figura 13 se puede observar la estructura del tejido de punto.

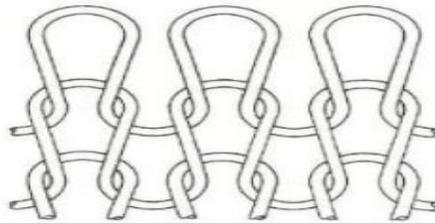


Figura 13. Tejido de punto

Fuente: Lockuán (2012)

2.6. Características de los tejidos para deportes extremos

Figueroa (2014), menciona que la ropa utilizada en la práctica de deportes extremos, debe permitir y facilitar el desempeño del deportista, por ende, debe ofrecer protección, seguridad y confort. También debe ser capaz de ayudar al deportista a enfrentar adversidades que se le presenten. Al igual que debe contar con un diseño y características especiales, donde el deportista debe estar seguro que la ropa le ayudará en el desempeño físico, al igual que les puede brindar protección ante caídas, choques o accidentes. A continuación, se mencionara las características de poseen los tejidos de deportes extremos:

2.6.1. Indumentaria deportiva.

Espada (2018) menciona la ropa utilizada en la práctica de deportes, poseen características específicas dependiendo del tipo de deporte que se practique. Por lo general debe brindar

comodidad, seguridad y protección. En la tabla 2 se menciona las características generales que debe cumplir un textil destinado a ropa deportiva.

Tabla 2
Características generales de la indumentaria deportiva

CARACTERÍSTICAS	PROPIEDADES
Transpirabilidad	Debe ser capaz de transferir el sudor hacia el exterior alejándose de la piel
Secado	Debe ser prendas de secado rápido, y de poca absorción de humedad
Impermeable	Debe ser capaz de retener el agua en la superficie del tejido
Comodidad	Debe ser prendas que faciliten la realización de las actividades, pueden ser holgadas o ajustadas dependiendo del deporte
Aislamiento térmico	Debe mantener el calor corporal constante, sin que las condiciones externas afectan al deportista
Ligereza	No debe sobrecargar al deportista, permitiendo su fácil movilidad
Estética	Debe ser un diseño adecuado, digno de la actividad deportiva

Fuente: Espada Paredes (2018)

2.6.2. Estructura del vestuario de deportes extremos.

La ropa deportiva debe estar diseñada para cumplir con las especificaciones requeridas por el deportista. Al igual que son diseñadas dependiendo del grado de peligro al que está expuesto el cuerpo, partiendo de allí estas son diseñadas tomando ciertas características del tejido.

A continuación, en la tabla 3 se da a conocer en forma general la estructura en el vestuario para deportes extremos.

Tabla 3.
Estructura de vestuario para deportes extremos

ESTRUCTURA DE VESTUARIOS		
Propiedad	Característica	Ubicación
Aislamiento	Fundamental para zonas frías	Capa intermedia del vestuario
Ventilación	Mejora la transpirabilidad, reduce el calor	Frontal, posterior, bajo axila
Ajuste	Personaliza la prenda al cuerpo	Cintura, puños, bastas y cuello
Capucha	Protege la cabeza y el rostro	Chaquetas impermeables
Bolsillos	Según la actividad incrementa cierre	Delantera, lateral, posterior
Visera	Mayor protección en lluvia	Capucha
Cierres	Impermeables, doble curso, reversibles	Frontal, bolsillos
Faldones	Ajustable, bloquea el ingreso de nieve	Cintura, bastas, mangas
Protección	Absorben impactos	Hombros, codos, rodillas, brazos
Solapa	Impide ingreso de viento al interior del vestuario	Parte interna o externa del cierre

Fuente: Figueroa (2014)

2.6.3. Normativas de seguridad.

Las normas de elaboración de una prenda para deportes extremos, permite cumplir al textil con ciertas características que brindan al deportista seguridad en el momento de practicar cualquier tipo de deporte. En el caso de deportes extremos las exigencias de calidad en cuanto al grado de protección son altas debido a las constantes maniobras que se realizan. Por ello el textil debe ser sometido a una serie de normas que garanticen la protección al deportista. Una de las normas utilizadas para realizar la prueba de calidad es las normas europeas, que evalúan el textil antes de ser llevada a la comercialización, garantizando así la protección del deportista. A continuación, en la tabla 4 se menciona la normativa de seguridad para indumentaria de deportes extremos.

Tabla 4

Normativa de seguridad de indumentaria para deportes extremos

NORMA	APLICACIÓN
<i>Norma EN 340: Ropa de protección</i>	
Vestuario multicapas	Termina, aislante, protectora (impermeable, rompe vientos)
Refuerzos de protección	Colocados en puntos de impacto: hombros, codos, rodillas
Ergonomía, inocuidad,	Diseño ergonómico, no debe afectar la salud del deportista
Protección de lluvia y el mal tiempo	Sistemas impermeabilizantes y de fácil secado
Protección del frío	Sistema de aislamiento térmico, y conservación del calor
Protección contra el viento	Materiales rompe vientos y resistentes
<i>Normativa EN 471: Ropa de alta visibilidad</i>	
Partes retro refractables	Señalizar visualmente al deportista, con luz diurna, faros y oscuridad
<i>Normativa EN 510: Ropa de protección contra riesgos de atrapamiento</i>	
Superficies lisas	Minimizan el riesgo de ser atrapados o arrastrados, cubre bolsillos
Ajuste perfecto al cuerpo	Mejora el desempeño aerodinámico
<i>Normativa EN 393. Flotabilidad</i>	
Dispositivo de alta flotabilidad	Permite la colocación boca arriba de una persona inconsciente

Fuente: Figueroa (2014)

2.6.4. Telas utilizadas en la elaboración de prendas deportivas.

La tela siendo un insumo para la fabricación de una prenda, forma parte fundamental en la elaboración de la misma, las cuáles debe cumplir con los requerimientos y especificaciones de la prenda, esto en la mayor parte depende el destino final.

A continuación, se cita un ejemplo general sobre los tipos de telas utilizadas en la indumentaria de un motociclista: Para Abril (2019), el buzo cuenta por lo general con tres tipos de telas; en la parte frontal se usa por lo general un textil rígido anti abrasión ,en la parte lateral se usa textiles con canales de viento que permite al deportista estar fresco, en las mangas se usa textiles de poliéster elastano el cual permite que tenga una buen movimiento y comodidad de brazos y para el cuello se usa rib. Por lo general el pantalón cuenta en la parte interna con una tela anti abrasión (45%), para la rodilla, tobillos y glúteos se usa tela tipo rib (50%), que brinda mayor capacidad de movimiento y para cintura se usa elástico siliconado con broche para evitar que se baje el pantalón. (Abril , 2019)

En el deporte el tejido plano es utilizado en prendas deportivas donde se requiere protección a la abrasión y raspones. Mientras que el tejido de punto, por su elasticidad y la capacidad de adaptarse con facilidad al cuerpo, viene a ser el más utilizado en la fabricación de prendas para deportistas por su elasticidad y comodidad que brinda.

En la tabla 5 se describe las características y la aplicación de la tela en las diferentes áreas de la prenda deportiva, cabe recalcar que muchos tejidos son exclusivos, es decir los derechos y características del tejido son reservados.

Tabla 5
Materiales utilizados en prendas deportivas

NOMBRE	CARACTERÍSTICA	APLICACIÓN
<i>Térmicos</i>		
Neopreno	Aislamiento térmico	Trajes acuáticos
Felpa	Térmica	Capa interior térmica
Polar	Térmica	Capa interior térmica
Fleece	Térmica/ gruesa/ligera	Capa interior térmica
Glacial	Térmica	Capa interior térmica
<i>Impermeables y resistentes a la abrasión</i>		
Corrugado	Suave/impermeable/resistente	Capa Exterior impermeable
Forro Fierense	Impermeable/resistente	Capa Exterior impermeable
Piel de durazno	suave textura/ impermeable/ liviana	Trajes a prueba de agua
Cuerina	Rígida, pesada, impermeable	Refuerzos impermeables
Lona poncha	A prueba de agua/sintético/resistente	A prueba de lluvia y abrasión
Lona militar	Impermeable/ligera/ resistente	Ponchos, forros, partes abrasivas
Lona huracán	Rígida, impermeable	Resistente a la abrasión, impermeable
Force	Liviana/ rompe vientos/ impermeable	Capa exterior impermeable de ropa
Silver	Impermeable/liviana	Capa exterior impermeable
Nylon impermeable	Liviana, impermeable	Capa exterior de vestuario impermeable
Rompe vientos	Impermeable, liviano, rompe vientos	Capa exterior rompe vientos impermeables
Lona	Impermeable/ ligera	Capa exterior prendas impermeables
Nylon corrugado	Impermeable/ liviano/ textura /vistoso	Capa exterior impermeable

Fuente: Figueroa Díaz (2014)

2.7.Acabado textil

Lockuán (2012) se refiere a un acabado textil como el proceso de ennoblecimiento, es decir proceso mediante el cual un textil es sometido a diferentes procesos con la finalidad de mejorar las propiedades de la misma y darle el uso final. Existen dos tipos de acabados: acabado físico son aquellos donde el sustrato es sometido a procesos mecánicos, donde se mejora el aspecto como el brillo, lisura, entre otros y mientras que el acabado químico el sustrato es sometido a productos químicos, donde el textil adquiere propiedades que, de otra manera, sería imposible tener por procesos mecánicos, tales como estabilidad dimensional. Es por ello que se dice que para lograr un buen acabado es necesario combinar las dos técnicas (acabado físico – químico).

2.8.Textiles técnicos.

COTEC (2014) menciona que un textil técnico son:

Materiales y productos textiles que disponen de las propiedades específicas requeridas para el desarrollo de una determinada función y adaptada a su entorno de aplicación, y que dan respuesta a exigencias técnicas cualitativas elevadas (ligereza, resistencia, absorción, rendimiento mecánico, térmico, conductividad, resistencia al fuego). (p.18)

Los textiles técnicos son todos los materiales que fueron creados para cumplir con una determinada función de acuerdo a las exigencias del entorno, se los puede utilizar en el campo de agricultura, construcción, geología, deporte, medicina, entre otros.

Chamba (2017) menciona “Existen muchas maneras de realizar textiles técnicos y estas dependen de las exigencias del usuario y su utilidad, depende esto se aplicará los productos químicos los cuales le confieran las características deseadas” (p.49).

Mientras Zurita (2012) menciona que en la elaboración de un textil técnico se utiliza productos químicos en forma de pastas, espumas, polvo y películas. Donde los recubrimientos son polímeros termoplásticos, que son largas cadenas de moléculas lineales, cuya propiedad influirá directamente en la durabilidad y el rendimiento del producto final.

2.9.Productos químicos

Los productos son sustancias utilizadas en los procesos de acabado, permitiendo obtener un textil con propiedades únicas. A continuación, se detallan ciertos utilizados para los procesos de recubrimiento.

2.9.1. Polímeros.

Zurita (2012) menciona que pueden venir en gránulos y polvo, este tipo de polímeros pueden fundirse para aplicarlo al textil, para ello se utiliza un fusor u horno para fundir el respectivo producto, existen dos tipos de polímeros: termoplástico y el reactivo.

2.9.2. Base acuosa.

Para Zurita (2012), los recubrimientos con pasta por lo general requieren más una pasada para crear una capa ideal que cumpla con las especificaciones que requiere obtener. Estos productos basados en solventes poseen contenidos de sólidos entre un 20% y 50% . Entre los principales productos utilizados está; el espesante, fijador y ligante.

2.9.3. Poliuretano

Zurita (2012) menciona que los recubrimientos de poliuretano:

Muestran una resistencia excepcional a la abrasión combinada con una buena resistencia al agua y a solventes, además de que ofrecen una buena flexibilidad. Los recubrimientos hechos de poliuretano tienen una tendencia a amarillo por

exposición al sol y por lo tanto son normalmente pigmentados cuando se usan.
(p.45)

2.10. Proceso de aplicación del acabado textil.

A continuación, se mencionan dos tipos de técnicas utilizadas para la elaboración de textiles técnicos:

2.10.1. Recubrimiento

Pérez (2014) menciona que el recubrimiento consiste en recubrir la superficie de un material con un producto, con la finalidad de mejorar las propiedades del textil como: aspecto, adhesión, resistencia a la corrosión, resistencia al desgarre, resistencia a la rayadura, entre otras. Pueden ser aplicados en líquido y sólido.

2.10.2. Laminado

Pérez (2014) menciona: “El laminado, por otra parte, consiste en la unión de dos substratos, bien ambos textiles o bien un textil con un film polimérico, membrana, etc., haciendo uso de adhesivos, calor o presión” (p. 17).

2.11. Técnicas para elaborar textiles técnicos

Zurita (2012) menciona que existen diferentes maneras de realizar o aplicar el producto en un textil, donde la combinación de productos y métodos de aplicación permiten la obtención de textiles con características únicas esto en la mayor parte depende mucho de la materia prima con que se esté trabajando, el método debe ser escogido acorde al resultado final que se logre requiere obtener en el textil. A la vez la aplicación se realizará acorde a necesidades específicas.

2.11.1. Rasqueta.

Zurita (2012) menciona el siguiente enunciado sobre la rasqueta:

Conocida también como recubrimiento con cuchilla, se ha desarrollado una cuchilla de revestimiento que funciona de la misma manera que la mantequilla es untada en pan tostado. En este método el fluido de recubrimiento se aplica y propaga directamente sobre la tela por medio de una cuchilla fija. El espesor de la capa es controlado por el espacio entre la parte inferior de la cuchilla y la parte superior de la tela. (p.58)

En la figura 14 se observa la técnica de recubrimiento por rasqueta donde el producto forma una película sobre el textil.

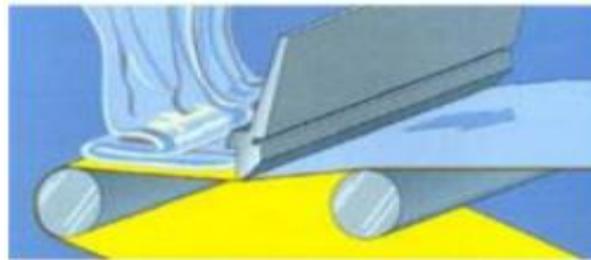


Figura 14. Recubrimiento por rasqueta

Fuente: Zurita (2012)

2.11.2. Recubrimiento por rodillo (Lick roll).

Zurita (2012) menciona: “En este método, el tejido se pasa sobre el rodillo de aplicación que gira a través del producto de recubrimiento o laminación” (p.55). En la figura 15 se puede observar la técnica de recubrimiento por rodillo

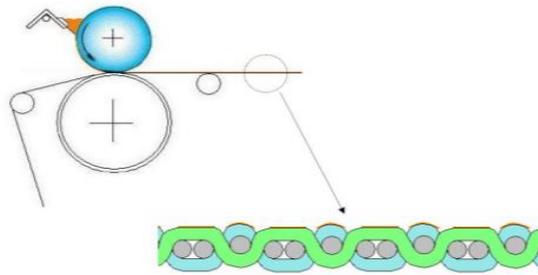


Figura 15. Recubrimiento por rodillo

Fuente: Zurita (2012)

2.11.3. Estampación con bastidor

Terán (2013) menciona que el estampado es la técnica de impresión de imágenes y textos de forma manual o automática de la manera más sencilla. Al igual que hace mención que el bastidor es un armazón de palos o listones de madera, o de barras delgadas de metal, en la cual se fijan lienzos para estampar. Los requisitos para un buen marco son: firmeza, bien escuadrado, estabilizado, liviano, bien ensamblado o soldado y resistente a influencias mecánicas y químicas y que mantenga en el largo plazo estas cualidades. En él va tensado mallas que pueden ser sintéticas, son muy resistentes y lo podemos encontrar de nylon.

Este proceso consiste en colocar el producto o la pasta sobre el marco y con ayuda del raquette hacer presión para que la pasta se adhiera al material. En la figura 16 se observa el bastidor utilizado para el estampado.

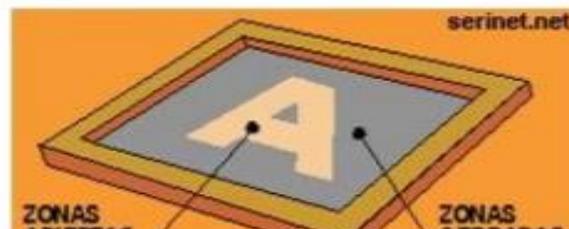


Figura 16. Bastidor

Fuente: Terán (2013)

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

En el presente capítulo se da a conocer los diferentes métodos utilizados para el desarrollo del presente proyecto, que consiste en la aplicación de partículas de caucho en tejido plano, con la finalidad minimizar el impacto de golpes. Así como las diferentes pruebas para la verificación de funcionalidad del textil.

3.1.Determinar el proceso de acabado en base al caucho

La respectiva aplicación de las partículas de caucho se llevó a cabo mediante el proceso de experimentación que se desarrollaron en el laboratorio, donde se manejó variables que permitan plantear un proceso adecuado para alcanzar los objetivos del proyecto.

Posteriormente se realizó la aplicación de las partículas de caucho de los neumáticos fuera de uso, en un tejido plano 100% poliéster, mediante el método de estampación, donde se realizaron diferentes pruebas a diferentes concentraciones (30%,50%, 80%), tanto del componente principal (caucho), así como también los auxiliares a manejarse de tal manera que permita obtener el mejor resultado. Las respectivas pruebas realizadas fueron analizadas con la finalidad de verificar y seleccionar la prueba que ha permitido mejorar las propiedades del textil.

3.1.1. Equipos y materiales utilizados en la obtención de partículas de caucho

En la extracción de partículas de caucho se utilizó un equipo, así como también otros materiales que facilitaron la obtención de partículas pequeñas libre de impurezas. En la figura 16 se detalla el equipo y los materiales utilizados durante el proceso:

Equipo	Materiales
	<p data-bbox="824 300 964 327">Recolector</p> 
<p data-bbox="203 695 305 722">Esmeril</p> 	<p data-bbox="824 638 906 665">Tamiz</p> 
	<p data-bbox="824 999 889 1026">Imán</p> 

Figura 17. Equipo y material para la obtención de partículas de caucho

Fuente: Elizabeth Cantincus

3.1.2. Flujograma de obtención del caucho.

Para la obtención de partículas de caucho se realizó la investigación de métodos ya existentes cuyos procesos faciliten la extracción del caucho del neumático fuera de uso. Con la previa investigación se tomó como base el método de trituración mecánica, cuyo proceso contamina menos y a través de ella se logra obtener pequeñas partículas de caucho. Basándose en la trituración mecánica se llegó a establecer el siguiente proceso:

1. Como primer paso se realizó la obtención de neumáticos fuera de uso, como se observa en la figura 18.



Figura 18. Neumático fuera de uso

Fuente: Elizabeth Cantincus

2. Luego se procedió a realizar cortes pequeños del neumático, en las áreas libres de alambres y fibras. La finalidad es facilitar el siguiente proceso y obtener un material más limpio y con mayor concentración de caucho como se puede apreciar en la figura 19.



Figura 19. Corte del neumático

Fuente: Elizabeth Cantincus

3. A continuación, los troces del neumático fueron sometidos a un esmeril, donde se esmerila la parte denominada flanco del neumático que podemos apreciar en la figura 20, lugar donde se en cuenta la mayor parte del caucho, cabe recalcar que las partículas de caucho se dispersan con facilidad por ello es necesario contar con un base o una caja que permita recolectar las partículas.



Figura 20. Esmerilado

Fuente: Elizabeth Cantincus

4. Una vez concluido el esmerilado se procede a realizar el tamizado para separar partículas grandes o impurezas que contengan. En la figura 21 se observa el proceso de separación de partículas.



Figura 21. Separación de partículas grandes e impurezas.

Fuente: Elizabeth Cantincus

5. Y como último paso se procede a realizar la separación magnética (metales), logrando obtener un material más limpio que facilita los siguientes procesos y lo podemos apreciar en la figura 22.



Figura 22. Separación de metales

Fuente: Elizabeth Cantincus

En la figura 22, se detalla el flujograma de procesos para la obtención de partículas de caucho:

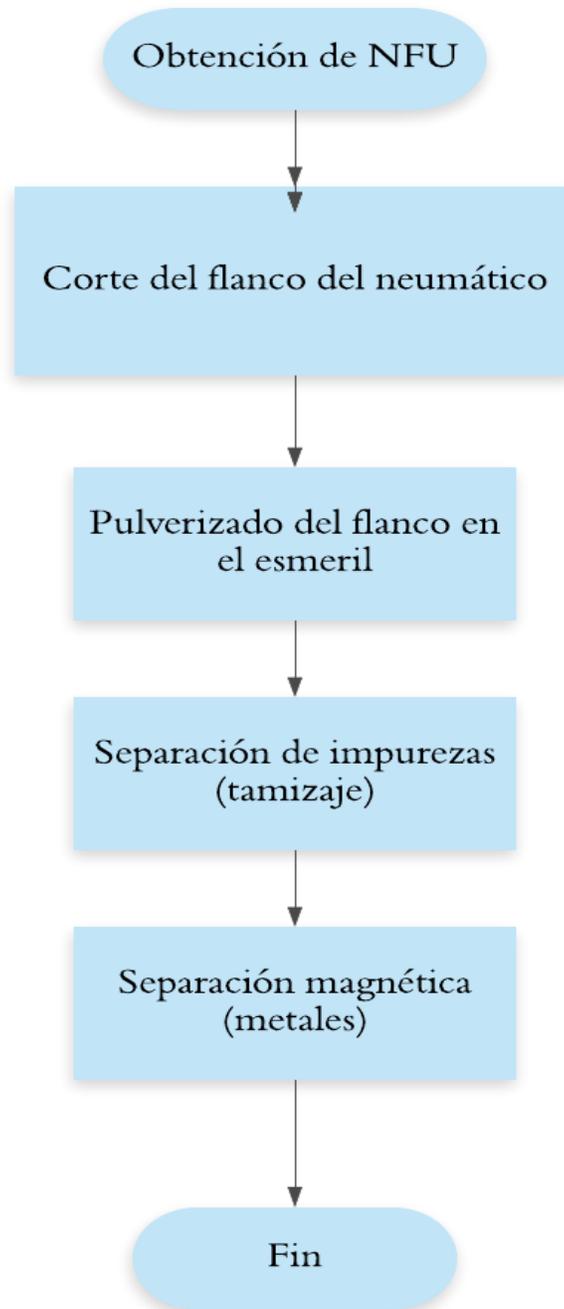


Figura 23. Flujograma de proceso de obtención de partículas de caucho

Fuente: Elizabeth Cantincus

3.2.Desarrollo del acabado

Este proceso viene a ser uno de los más importantes, siendo base fundamental para la obtención de un buen acabado. A través de esta, se establece el proceso adecuado para obtener un buen acabado y las variables a tener en consideración cuando se trabaja en procesos de estampación con partículas de caucho.

3.2.1. Equipos, instrumentos, materiales, productos utilizados en el proceso de estampación

Para el respectivo desarrollo del acabado se debe tener en consideración ciertos instrumentos, equipos, materiales y productos. Cabe recalcar que deben ser manejados de acuerdo a normativas de seguridad para evitar cualquier accidente o daño del equipo del laboratorio.

En la figura 24 se aprecian los instrumentos de laboratorio, son de suma importancia, facilitan los procesos de investigación, como el pesaje, medición del volumen y remover mezclas.

Instrumento de laboratorios

Vidrio reloj

Pipeta

Varilla de agitación

Vaso de precipitación

Pipetas



Figura 24. Instrumentos de laboratorios

Fuente: Elizabeth Cantincus

En la figura 25 se observa los equipos que permiten que el proceso de elaboración del textil técnico sea reproducible, es decir que los parámetros son programados, facilitando el trabajo de investigación.

Equipos de laboratorio

Balanza analítica



Horno secador



Plancha termofijadora



Figura 25. Equipos de laboratorio

Fuente: Elizabeth Cantincus

En la figura 26 se detallan los materiales de estampación que facilitan el proceso de serigrafía sea de manera uniforme permitiendo obtener un acabado de calidad. Cabe mencionar que el marco y la racleta son diseñadas acorde a las necesidades.

Materiales de estampación

Marco de estampación



Raclette



Figura 26. Materiales de estampación

Fuente: Elizabeth Cantincus

En la figura 27 se observan los productos utilizados para la obtención de la pasta madre, que permite generar el recubrimiento en textil. De estos productos dependerá obtener un acabado de calidad, los cuáles son adquiridos de diferentes casas comerciales.

Productos

Partículas de caucho



Ligante



Base acuosa



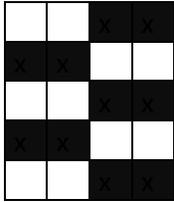
Figura 27. Productos de elaboración de pasta madre

Fuente: Elizabeth Cantincus

3.2.2. Característica de la tela

Mediante el análisis de la tela se realiza el control de calidad, misma que es de mucha utilidad para el manejo y control de procesos. A continuación, en la tabla 11 se exponen las características obtenidas durante el análisis de la tela.

Tabla 6
Ficha técnica del tejido

DATOS TÉCNICO DEL TEXTIL			
Tipo de tela:	Lona	Tipo de tejido:	Plano
Muestra:		Armazón:	
Ancho tejido:	1,82 m	Ligamento:	Tafetán 2:2
Densidad:	Urdimbre:82 hilos/cm Trama:54 pasadas/cm	Gramaje:	634,2 g/m ²

Fuente: Elizabeth Cantincus

3.2.3. Preparación pasta madre

Para la concentración de partículas de caucho se estableció que es conveniente trabajar a 300 g, 500 g y 800 g, cuya relación surge que un kilogramo contiene 1000 g de partículas, que es el 100% de la concentración.

Mientras que la concentración de la base acuosa surge como una cantidad constante de 20 gramos en las tres diferentes concentraciones de partículas de caucho.

Y para obtener la cantidad de ligante se determina que 1000 mililitros de ligante contienen 1000 gramos de base acuosa. En la tabla 12 se da a conocer la receta utilizada para la preparación de la pasta madre con sus respectivas transformaciones:

Tabla 7
Receta pasta madre

Productos	Descripción de cantidades		
Partículas de caucho	30%	50%	80%
Base acuosa	2%	2%	2%
Ligante	6 ml	10ml	16ml

Fuente: Elizabeth Cantincus

3.2.4. Procesos de estampación

Para el proceso de serigrafía se tomó como base el estampado tradicional que consiste en la utilización de un marco y una racleta para dar presión y fijar el producto sobre el textil.

1. El proceso de estampación inicia con la obtención de 8 muestras del respectivo tejido de 30 x 27 cm. En la figura 28 se puede observar el proceso de manufactura para la obtención de diferentes muestras.



Figura 28. Obtención de muestras

Fuente: Elizabeth Cantincus

2. Luego se realiza la preparación de la pasta madre utilizando el caucho en tres diferentes concentraciones (30%,50%,80%); la base acuosa fue tomada como constante para todas las concentraciones (20%); El ligante varía acorde a la cantidad de partículas de caucho. En la figura 28 se puede apreciar el resultado final después de haber mezclado los tres diferentes productos.



Figura 29. Preparación pasta madre

Fuente: Elizabeth Cantincus

3. Una vez mezclada los componentes de la pasta madre se procede a medir la viscosidad con el objetivo de establecer el parámetro ideal para todas las pastas de estampación. 30 rpm-25%, que claramente lo podemos apreciar la figura 30.



Figura 30. Medición de la viscosidad

Fuente: Elizabeth Cantincus

4. A continuación, se procede con el recubrimiento de caucho sobre la superficie del tejido utilizando un bastidor y una racleta, al igual que se retira el exceso del producto, como podemos observar en la figura 31.



Figura 31. Estampado

Fuente: Elizabeth Cantincus

5. Posteriormente se realiza el curado en el horno, a una temperatura de 130°C -5 min, como se observa en la figura 32. Una vez seco la primera capa se procede a realizar nuevamente el estampado, hasta obtener 3 pasadas como mínimo.



Figura 32. Secado de muestras

Fuente: Elizabeth Cantincus

6. Y para finalizar se realiza el termofijado a 200° C-15 segundos, la finalidad de este proceso es darle la estabilidad final a la tela, en la figura 33 se observa el termofijado de la tela.

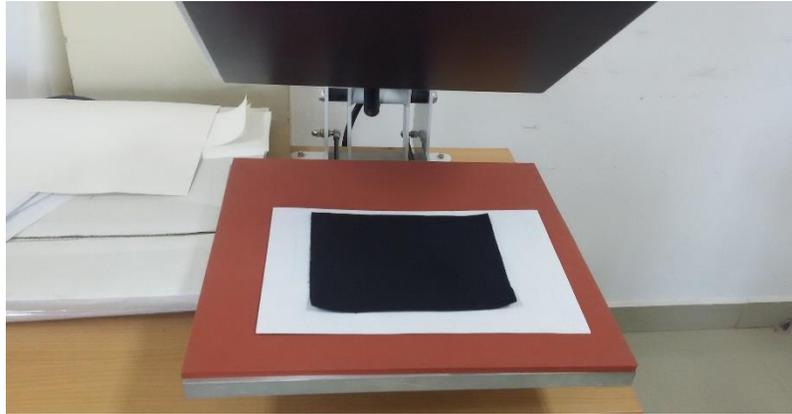


Figura 33. Termofijado de la tela

Fuente: Elizabeth Cantincus

A continuación, en la figura 34 se detalla el flujograma de procesos para la elaboración del textil técnico:

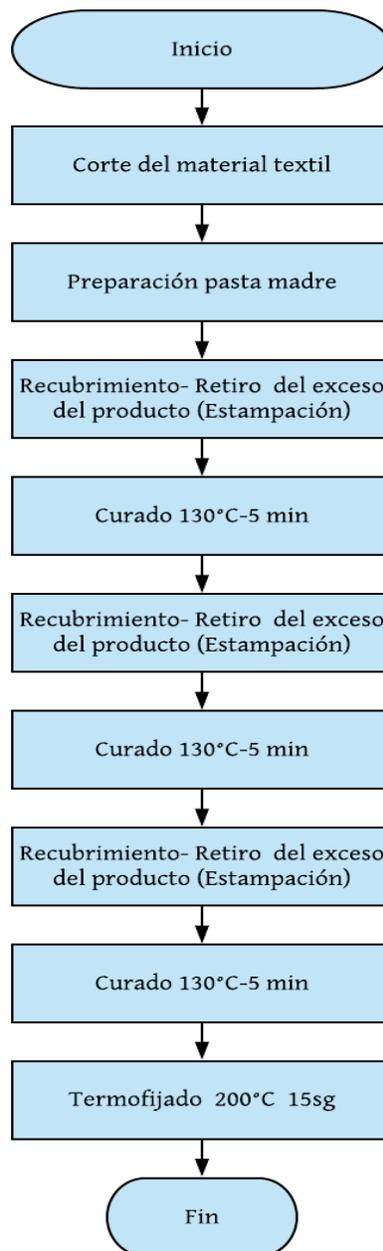


Figura 34. Flujograma de proceso-textil técnico

Fuente: Elizabeth Cantincus

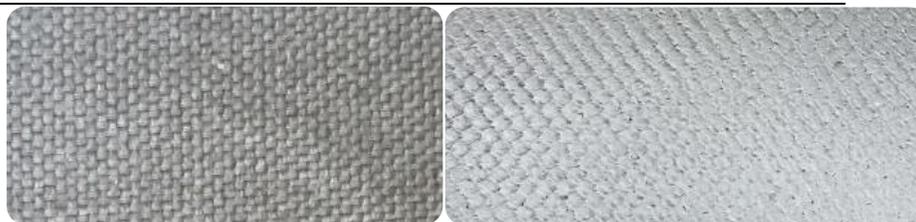
3.2.5. Pruebas de aplicación

Las pruebas de aplicación se desarrollaron en tres diferentes concentraciones: 30%, 50% y 80%. Para ello se aplicó el método de estampación, cuya malla posee un mesh de 33.02 con orificios en forma de polígono. Con la técnica de raqueteado se realizaron 3 pasadas, en ellas se debe aplicar la mayor presión posible con la finalidad de eliminar el exceso de la pasta madre en el textil. Si la presión es muy suave la pasta se queda adherida en el bastidor dificultando así el recubrimiento uniforme del textil. En la tabla 13, 14 y 15 se presenta los diferentes parámetros que se deben tener en cuenta durante el proceso de estampación, así como también se establece la respectiva observación del textil luego de aplicarle en la pasta madre. Cabe mencionar que la cantidad de los productos deben ser en razón del número de muestras.

Tabla 8
Prueba de aplicación 30%

PRUEBA DE APLICACIÓN DEL ACABADO- PRUEBA 1

**MUESTRAS DE LOS
SUSTRATOS**



SIN ACABADO

**CON
ACABADO**

Tipo de sustrato:	Tejido Plano	Ligamento:	Tafetán
Número de muestras:	8	Área de las muestras:	30 x 27 cm
Gramaje inicial:	634,2 g/m ²	Gramaje final:	825,3 g/m ²
Temperatura de secado:	130°C	Tiempo de secado:	5min
Temperatura de termofijado:	200°C	Tiempo termofijado:	15 segundos
Concentración de caucho:	30%	Número de pasadas:	3

<i>N°</i>	<i>Materiales y auxiliares</i>	<i>Gramos (gr)</i>	<i>ml</i>
1	Partículas de caucho	6	
2	Base acuosa	20	
3	Ligante		6

OBSERVACIÓN: El sustrato toma un color plomo claro, luego de realizar el respectivo recubrimiento, es decir entre menos caucho color más claro. Al igual que presenta mayor flexibilidad y suavidad al tacto

Fuente: Elizabeth Cantincus

Tabla 9
Prueba de aplicación al 50%

PRUEBA DE APLICACIÓN DEL ACABADO- PRUEBA 2



MUESTRAS DE LOS
SUSTRATOS

	SIN ACABADO		CON ACABADO
Tipo de sustrato:	Tejido Plano	Ligamento:	Tafetán
Número de muestras:	8	Área de las muestras:	30 x 27 cm
Gramaje inicial:	634,2 g/m ²	Gramaje final:	924,6 g/m ²
Temperatura de secado:	130°C	Tiempo de secado	5min
Temperatura de termofijado:	200°C	Tiempo termofijado:	15 segundos
Concentración al de caucho:	50%	Número de pasadas:	3

<i>N°</i>	<i>Materiales y auxiliares</i>	<i>Gramos (gr)</i>	<i>ml</i>
1	Partículas de caucho	10	
2	Base acuosa	20	
3	Ligante		10

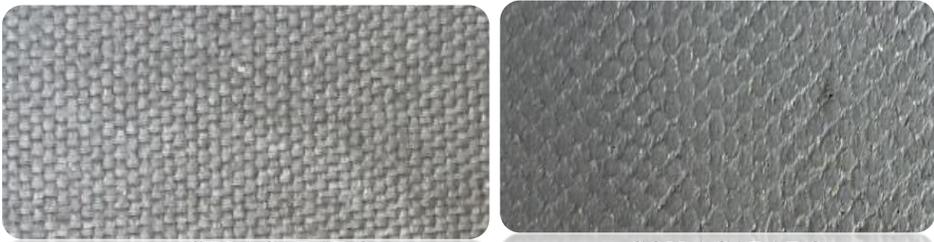
OBSERVACIÓN: El sustrato toma un color plomo más oscuro, luego de realizar el respectivo recubrimiento, es decir conforme va aumentando el caucho el color va tornándose más oscuro.

Al igual que presenta mayor flexibilidad y suavidad al tacto

Fuente: Elizabeth Cantincus

Tabla 10
Prueba de aplicación al 80%

PRUEBA DE APLICACIÓN DEL ACABADO- PRUEBA 3

MUESTRAS DE LOS SUSTRATOS			
	SIN ACABADO	CON ACABADO	
Tipo de sustrato:	Tejido Plano	Ligamento: Tafetán	
Número de muestras:	8	Área de las muestras: 30 x 27 cm	
Gramaje inicial:	634,2 g/m ²	Gramaje final: 984,6 g/m ²	
Temperatura de secado:	130°C	Tiempo de secado: 5min	
Temperatura de termofijado:	200°C	Tiempo termofijado: 15 segundos	
Concentración al de caucho:	80%	Número de pasadas: 3	
N°	Materiales y auxiliares	Gramos (gr)	ml
1	Partículas de caucho	16	
2	Pasta Madre	20	
3	Ligante		16

OBSERVACIÓN: El sustrato toma un color negro, luego de realizar el respectivo recubrimiento, entre mayor es el porcentaje de caucho el color es mucho más oscuro. Al igual que presenta mayor flexibilidad y suavidad al tacto

Fuente: Elizabeth Cantincus

3.2.6. Variables

Durante el desarrollo del acabado se pudo determinar las variables más importantes que debe tener en cuenta durante la elaboración del textil técnico.

- ✓ **Concentración de partículas de caucho:** se toma como referencia tres tipos de concentración de caucho donde se determina la concentración ideal para obtener un acabado de mejor calidad y que a la vez cumpla con su respectiva funcionalidad.
- ✓ **Viscosidad:** es la capacidad del líquido a fluir. Esta variable es muy importante, debido a que de esta depende la adherencia del producto hacia el sustrato. Si la pasta madre presenta menos viscosidad, por lo general el producto no atraviesa por malla y su adherencia es dificultosa. Mientras que, si es menos viscosa por lo general es muy líquida y dificulta la formación de una capa uniforme. A través de la investigación se establece que se debe trabajar con una viscosidad de 25% 60 rpm.
- ✓ **Temperatura:** Siendo parte fundamental en el desarrollo del acabado textil, dentro de la investigación la temperatura debe ser controlada en el proceso de curado 130°C-5min, si la temperatura excede el material tiende a quemarse, ocasionando el daño irreparable del textil técnico. Al igual que el proceso de termofijado la temperatura y el tiempo (200°C-15 segundos), forma parte fundamental para lograr una buena estabilidad. Permitiendo de esta manera obtener un acabado resistente a procesos químicos y mecánicos.

3.3.Desarrollo del calzado para la prueba de impacto

Para la evaluación de la resistencia del material a impactos se determinó un proceso de adherencia del textil técnico a un zapato, siendo una forma fácil y precisa, al igual que el textil no

sufre daño alguno al ser sometido a procesos mecánicos durante la fabricación del calzado. Permitiendo lograr resultados favorables en cuanto a la evaluación del grado de protección que brinda el textil ante la presencia de golpes, este método tiene una similitud con las pruebas de impacto en prendas de deportes extremos. En la actualidad nuestro país no cuenta con laboratorios que confirmen el grado de minimización de impactos de golpes en prendas para deportes extremos, por este motivo se optó en realizar las pruebas de impacto en zapatos ya que nuestro país cuenta con este tipo de servicios.

3.3.1. Componentes principales del calzado

En esta parte se exponen las partes principales que componen un calzado de uso industrial, cabe mencionar que la puntera del calzado está construida con el textil técnico recubierto de partículas de caucho. En la figura 35 se exponen las partes principales de un calzado.



Figura 35. Componentes principales del calzado

Fuente: Elizabeth Cantincus

- ✓ **Chinela:** Se le conoce a la pieza que cubre la parte frontal del calzado, será recubierta por el textil técnico (30%,50%,80%) con la finalidad de ser sometida a la prueba de impacto.
- ✓ **Talón:** Se les conoce a las piezas que cubren la parte posterior del calzado. Está compuesto por cuero curtido (box calf-plena flor de 2mm de espesor)
- ✓ **Chaleco:** Se les conoce a las piezas que se posicionan para ejercer la sujeción con el amarre de los ojillos del calzado
- ✓ **Bullón:** es aquella pieza que va ubicada en la parte superior del calzado, donde se forma la boca de entrada de pie, se utiliza almohadillas.
- ✓ **Suela:** Estructura de la parte inferior del calzado, la cual soporta el desgaste y entra en contacto con el piso
- ✓ **Forro:** Es el material que se utiliza en el interior del calzado, suele ser de piel o textil

3.3.2. Proceso de elaboración del calzado.

En la fabricación del calzado la parte más esencial es la punta, lugar donde se realizan las pruebas de impacto. La puntera del calzado fue recubierta por el textil técnico obtenido en el proceso experimental. Para la prueba de laboratorio se construyó 3 pares de calzados en las diferentes concentraciones de caucho (30%, 50% y 80%), así como también se construyó 2 pares con el textil sin acabado.

1. El primer paso es seleccionar los materiales con el que se trabajará en la elaboración del calzado, como es el caso de selección del cuero el cual deberá ser cuero curtido.
2. Luego se realiza el corte del material de acuerdo al molde, el cual debe ser un corte limpio esto se lo realiza utilizando una cortadora automática a una gran presión.

3. Una vez finalizado el corte se procede a realizar el ensamblaje de las piezas las cuales deben ser cosidas con hilo reforzado de poliéster, para ello se utiliza una máquina especial con dos agujas para hacer costuras dobles más resistentes. Para mantener la forma del calzado mientras se cose el cuero se abrocha un pie de plástico del mismo tamaño. Al igual que se procede a realizar los ojales
4. El frente del calzado se trata con vapor caliente para aflojar el cuero y moldearlo utilizando una plantilla de acero, cuya finalidad es formar una circunferencia de medio círculo, allí se estabiliza y se adhiere el textil técnico, se realiza dos capas con el mismo material una ubicada en la parte exterior del zapato y otra en el interior, para lograr obtener un calzado similar a los de punta de acero.
5. Luego se cosen y recortan las medias suelas, llegando el momento de colocar la suela que estará en contacto con el suelo, se pegan con materiales especiales que se activa con el calor a través de un calentador manual, la suela se une al resto del calzado en una prensa que logra uniones impermeables y permanentes.

En la figura 36 se expone la parte principal del calzado, lugar donde se adhiere el textil técnico que es sometido a una energía de impacto.



Figura 36. Calzado recubierto con el textil técnico

Fuente: Elizabeth Cantincus

3.4. Métodos y técnicas

Una vez concluida el proceso de elaboración del textil técnico se procede a realizar las diferentes pruebas que permitirán determinar la calidad del textil, para ello se utilizan estándares de calidad, establecidos por las respectivas normas. A continuación, se describen las diferentes normas utilizadas.

3.4.1. Pruebas de resistencia a la tracción y elongación

La respectiva prueba se realiza con la finalidad de verificar si la capacidad de elasticidad del textil al aplicarle partículas de caucho ha mejorado o no. Las muestras fueron sometidas a estiramiento, en el equipo denominado dinamómetro utilizando la NORMA ISO 13934-2 (2014). En la figura 37 se detallan los parámetros que se deben aplicar para la respectiva prueba.

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN					
Equipo Dinamómetro	Celdas de carga	5000 N	Probetas	5 probetas	150mm x 100mm
	Velocidad	50mm/min		URDIMBRE	
	Ancho de la mordaza	100mm		5 probetas	150 mm x 100 mm
	Método de ensayo	Agarre		TRAMA	
Acondicionamiento de las muestras			Temperatura	20° C ± 1	
			Humedad relativa	70° C ± 2	

Figura 37. Parámetros de control de la prueba

Fuente: Narváez (2019)

Para empezar con la prueba se debe colocar correctamente la probeta en las respectivas mordazas, luego se inicia la prueba donde se aplica una determinada fuerza (N). La prueba termina hasta cuando la probeta alcanza su punto de rotura, los datos se los puede visualizar por medio del monitor.

3.4.2. Prueba de repelencia al agua

Para esta prueba se requiere 5 muestras de 180mmx180mm y debe estar acondicionada a 20°C ± 1 y 70% ± 2 de humedad relativa. El equipo utilizado para esta prueba es Spray de repelencia y se trabaja con la norma AATCC 22 (2014)

Cabe recalcar que la muestra debe colocarse en el bastidor de la manera más correcta posible, de preferencia que no esté muy tensada. Y para simular a la lluvia se utiliza 250ml de agua destilada y este se vierte en el embudo, como último paso se evalúa de acuerdo a la figura 16 que continuación se menciona.

Tabla 11
Valores para evaluar la prueba de repelencia al agua

Grado de repelencia	Valoración	Observación
1	50	Se empapa completamente el espécimen entero
2	70	Humedecimiento parcial de la cara de la muestra
3	80	Mojado de la cara de la muestra
4	90	Humectación de las caras de la muestra
5	100	No adherencias o humectación de las caras de la muestra

Fuente: Elizabeth Cantincus

3.4.3. Resistencia al desgarro: Método lengüeta

La resistencia al desgarro permite evaluar la capacidad del tejido a lo largo de la brecha, permitiendo determinar la durabilidad del material al ser sometidos a procesos extremos. A una parte del borde del tejido se le aplica una carga centrada (kgf) para hacer que cada hilo interno asuma la carga máxima para reventar y aparezca una grieta, cuyos datos son analizados a través

del monitor. El equipo utilizado para estas pruebas es el Elmendorf Tearing Tester y se trabaja con la norma ASTM-D2261.

3.4.4. Solidez del color al frote

Por medio de esta norma se puede evaluar y controlar la solidez del color al frote, las respectivas pruebas se los puede realizar en húmedo o en seco. Permitiendo así evaluar la pérdida de color cuando el sustrato es sometido a una fricción. El equipo utilizado es el Crockmeter cuya norma es la AATCC08 (2013). La escala de referencias cromáticas va desde gris bastante claro, hasta un negro que es máximo desprendimiento del color. Para ello se debe preparar la muestra con el acabado con un área de 5 x 13 cm y se debe contar con el testigo de algodón mercerizado 5x5cm.

Para la prueba de solidez del color en seco se debe bajar el dedo frotador con el testigo sobre la muestra. Se debe hacer girar la manivela a la velocidad de 1 vuelta por segundo, un total de 10 vueltas. Y para la prueba en húmedo el testigo debe estar humedecido con gotas de agua, antes de colocar se debe quitar el exceso de agua que presenta el testigo y luego se sigue los pasos ya descritos anteriormente.

3.4.5. Prueba de resistencia al lavado doméstico

La respectiva prueba se lleva a cabo en la lavadora Electrolux FOM 71 CLS tipo A- tambor horizontal. Esta prueba toma como referencia la norma ISO 6330:2012. Esta prueba simula un lavado doméstico al que puede estar sometido un textil. A través de ella se puede evaluar; cambio dimensional, eliminación de arrugas, suavidad, solidez del color.

3.4.6. Prueba de impacto en zapatos de seguridad (adaptada)

Según la NORMA Oficial Mexicana,(1994) las punteras deben acondicionarse por un tiempo no menor a 4 horas a una temperatura de $293K \pm 2K$ ($20^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$). Así mismo las pruebas deberán realizarse colocando la puntera sobre la suela del calzado a utilizar. Los especímenes para las

pruebas de impacto deben prepararse recortando los zapatos, dejando la parte de la puntera con un sobrante de la parte del empeine no menor de 25 mm ni mayor de 28 mm.

La máquina para la prueba de impacto debe tener una construcción apropiada para absorber una energía mínima de 200 Joules. Posee una masa conocida, el extremo que el punzón de prueba posee un diámetro de 25,4 mm, con un radio de 25,4 mm. La probeta de impacto es un cilindro de plastilina de 25mm, el cual será recubierta con hojas separadoras de aluminio.

Esta prueba consiste en someter al material a una energía de impacto de $200 \text{ J} \pm 2 \text{ J}$, originado por la caída libre de un percutor de $22.7 \text{ kg} \pm 0.23 \text{ kg}$. El percutor golpea al material en forma perpendicular. En el interior de la puntera se coloca la plastilina de 25mm que luego del impacto es medida, los valores obtenidos se comparan de acuerdo a la norma ASTM F 2413 I/75. Para ello se mide la altura más baja, si esta es igual o mayor a 13mm, la prueba se considera satisfactoria. Y si los valores son menores de 13 no es capaz de minimizar impactos de golpes. En la figura 38 se expone las diferentes partes del equipo ya mencionado.

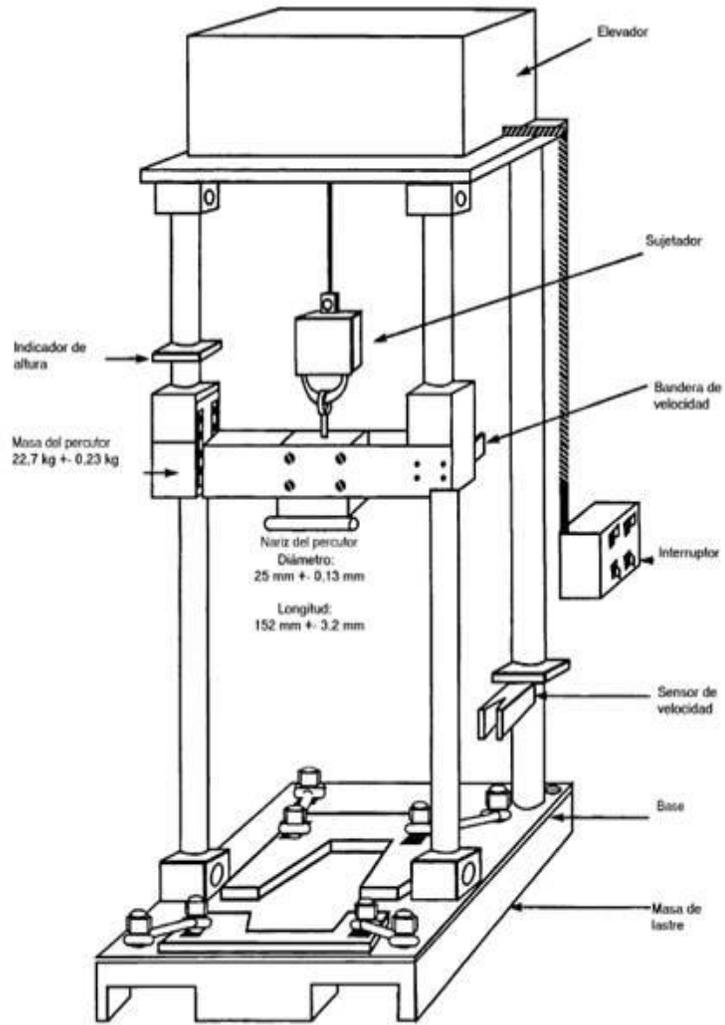


Figura 38 Equipo de impacto

Fuente: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3924/stps1/stps1.htm>

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se exponen los resultados obtenidos de las diferentes pruebas de funcionalidad realizadas al material textil. De acuerdo a las normas europeas la ropa de deportes extremo debe ser sometidas a las siguientes pruebas; resistencia al desgarrar, resistencia a la abrasión, resistencia al frote, y prueba de impacto. Por medio de estas pruebas se puede determinar el grado de protección que genera el textil ante un impacto.

4.1. Prueba de impacto

La prueba de impacto se realiza con la finalidad de verificar la resistencia que posee el textil técnico ante los golpes. Para ello, se realizó la prueba de resistencia a impacto en punteras de zapatos, siendo la prueba que más se acerca para evaluar la resistencia del impacto ante los golpes.

La prueba de impacto se realiza con un percutor que se deja caer con una gran fuerza sobre la puntera. En ella, introducimos un cilindro de 25mm. Una vez se hace el ensayo se comprueba cuánto se ha comprimido el cilindro, de esta forma, conocer la resistencia que tiene la puntera ante golpes fuertes.

4.1.1. Características del calzado.

En la tabla 17 se mencionan las características del calzado que son expuestos a la prueba de impacto:

Tabla 12
Características del calzado

Característica	
Talla: 40	
Color: Negro	

Fuente: Elizabeth Cantincus

4.1.2. Especificaciones técnicas según normas para calzado I/75.

La muestra como el equipo deben estar acondicionados según lo establecido por la norma. En la tabla 18 se describen las especificaciones técnicas según normas para calzado I/75.

Tabla 13
Especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas	
Peso del impactador	22,7 kg (50 lb)
Humedad relativa:	44,0 ± 0,1 %
Temperatura	22,4 ± 0,1°C
Energía mínima de impacto:	101,7 J
Altura mínima de seguridad	12,7 mm
Altura de la probeta antes del impacto	25mm
Altura de la probeta después del impacto	13mm

Fuente: Elizabeth Cantincus

4.1.3. Resultados de pruebas de impacto.

Para el desarrollo de la prueba se tomó como un parámetro la energía de impacto, donde la puntera del zapato es sometida a tres diferentes energías 101.7, 105.44 y 110 Joule, esto para las tres diferentes punteras que están recubiertas por el textil técnico que fueron desarrolladas en laboratorio. Para el análisis del resultado se debe considerar que la altura máxima de la probeta antes del impacto es de 25 mm y la altura mínima aceptada después del impacto es 13 mm. En las tablas 19, 20, 21 y 22 se detallan los resultados obtenidos durante las pruebas.

En el textil sin acabado (tabla 19), se determina que los resultados no son favorables, es decir que los valores son menores a 13 mm, considerándose un textil no resistente a impactos.

Tabla 14
Prueba de impacto sin acabado

PRUEBA DE IMPACTO -SIN ACABADO					
Muestra	Altura de impacto (mm)	Energía real de impacto J	Altura de la probeta antes del impacto (mm)	Altura de la probeta después del impacto (mm)	Especificación ASTM
1	460	101,7	25	12,15	ASTM F 2413 I/75
2	460	105,44	25	11,06	ASTM F 2413 I/75
3	460	110	25	10,05	ASTM F 2413 I/75

OBSERVACIÓN: El material después del impacto presenta un desgaste, sus valores son menores de 13 mm siendo el valor mínimo permitido para ser considerado un textil resistente a impactos

Fuente: Elizabeth Cantincus

En la tabla 20, se pudo notar que los valores superan al textil sin acabado. Al igual que la calificación es superior a 13 mm, considerándose un textil resistente a impactos

Tabla 15
Prueba de impacto al 30% de concentración

PRUEBA DE IMPACTO 30% DE CAUCHO					
Muestra	Altura de impacto (mm)	Energía real de impacto J	Altura de la probeta antes del impacto (mm)	Altura de la probeta después del impacto (mm)	Especificación ASTM
1	460	101,7	25	17,29	ASTM F 2413 I/75
2	460	105,44	25	16,22	ASTM F 2413 I/75
3	460	110	25	14,24	ASTM F 2413 I/75

OBSERVACIÓN: El material después del impacto no presenta ningún desgaste o daño, donde la altura de la probeta después del impacto es superiores a 13mm considerado un textil resistente a impactos

Fuente: Elizabeth Cantincus

En la tabla 21, los valores presentan una mejora considerable en relación a la prueba sin acabado, la calificación supera los 13mm considerado un textil con una buena resistente a impactos.

Tabla 16
Prueba de impacto al 50% de concentración de caucho

PRUEBA DE IMPACTO 50% DE CAUCHO					
Muestra	Altura de impacto (mm)	Energía real de impacto J	Altura de la probeta antes del impacto (mm)	Altura de la probeta después del impacto (mm)	Especificación ASTM
1	460	101,7	25	19,24	ASTM F 2413 I/75
.2	460	105,44	25	18,22	ASTM F 2413 I/75
3	460	110	25	16,36	ASTM F 2413 I/75

OBSERVACIÓN: El material después del impacto no presenta ningún desgaste o daño. La altura de la probeta supera los valores del acabado al 30% de partículas de caucho, la calificación supera los 13mm considerado un textil con una buena resistente a impactos

Fuente: Elizabeth Cantincus

En la tabla 22, los valores se acercan a la calificación máxima (25mm), límite para ser considerado un textil 100% resistente a impacto, al igual que supera los valores de la prueba con el 50% de partículas de caucho, considerándose un textil técnico muy resistente a impactos.

Tabla 17
Prueba de impacto al 80% de concentración de caucho

PRUEBA DE IMPACTO 80% DE CAUCHO					
Muestra	Altura de impacto (mm)	Energía real de impacto J	Altura de la probeta antes del impacto (mm)	Altura de la probeta después del impacto (mm)	Especificación ASTM
1	460	101,7	25	22,03	ASTM F 2413 I/75
2	460	105,44	25	21,09	ASTM F 2413 I/75
3	460	110	25	1,36	ASTM F 2413 I/75

OBSERVACIÓN: El material después del impacto no presenta ningún desgaste o daño. La altura de la probeta supera los valores 50% de partículas de caucho, la calificación supera los 13 mm considerados un textil con una muy buena resistente a impactos ya que sus valores se acercan a los 25 mm

Fuente: Elizabeth Cantincus

4.1.4. Resumen de resultados obtenidos en la prueba de impacto

En esta parte se realiza un análisis más profundo, tomando en consideración los promedios ya establecidos en las anteriores tablas. Cabe mencionar que el valor de la probeta antes del impacto es de 25mm y después del impacto el valor mínimo permitido es 13 mm. En la tabla 23 se da a conocer la tabla de resumen de las pruebas de impacto.

Tabla 18
Tabla de resumen de valores de impacto en milímetros

VALORES DE IMPACTO EN (mm)						
Energía de impacto (J)	Altura de la probeta (mm)	Altura mínima aceptada (mm)	Sin acabado	30%	50%	80%
			101,7	25	13	12,15
105,44	25	13	11,06	16,22	18,22	21,09
110	25	13	10,05	14,24	16,36	19,36

Fuente: Elizabeth Cantincus

Para el análisis de la tabla 23, se debe considerar que; si el valor es igual o mayor a 13 mm la prueba se considera satisfactoria, siendo capaz de minimizar el impacto ante la presencia de golpes; si los valores son menores a 13mm el material no minimiza el impacto de golpes. Y si los valores se acercan a 25mm, es considerado muy satisfactorio y cumple como un protector de impacto ante la presencia de golpes. Una vez establecido los siguientes criterios se determina qué; Los textiles técnicos sometidos a diferentes energías de impacto presentan valores superiores a 13mm considerándose textiles capaces de minimizar los golpes. Si observamos los valores de la tabla se puede notar que los valores descienden al aplicarle mayor fuerza de impacto, entonces existe una relación inversa, es decir entre mayor es la energía de impacto menor es el grado de protección. Donde los textiles al 30%,50% 80%, con energía de impacto de 101,7 Joule presentan mayor grado de protección ya que sus valores se acercan a 25mm. Mientras que el textil sin acabado no es considerado como un protector de impacto debido a que sus valores son menores a 13mm.

En la tabla 24, se exponen los valores de impacto, cuyas cantidades se encuentran expresados en porcentajes que fueron transformados de la tabla 23.

Tabla 19
Valores de impacto en porcentaje

VALORES DE IMPACTO EN PORCENTAJE (%)						
Energía de impacto (J)	Altura de la probeta (%)	Altura mínima aceptada (%)	Sin acabado	30%	50%	80%
101,7	100	52	50	69,16	76,96	88,02
105,44	100	52	44,24	64,88	72,88	84,36
110	100	52	40,02	56,96	65,44	77,44

Fuente: Elizabeth Cantincus

En tabla claramente podemos observar que los valores de protección de los textiles técnicos al 30%,50% y 80% son superiores al textil sin acabado. A continuación, en la figura 39 se exponen los valores que serán analizados respectivamente

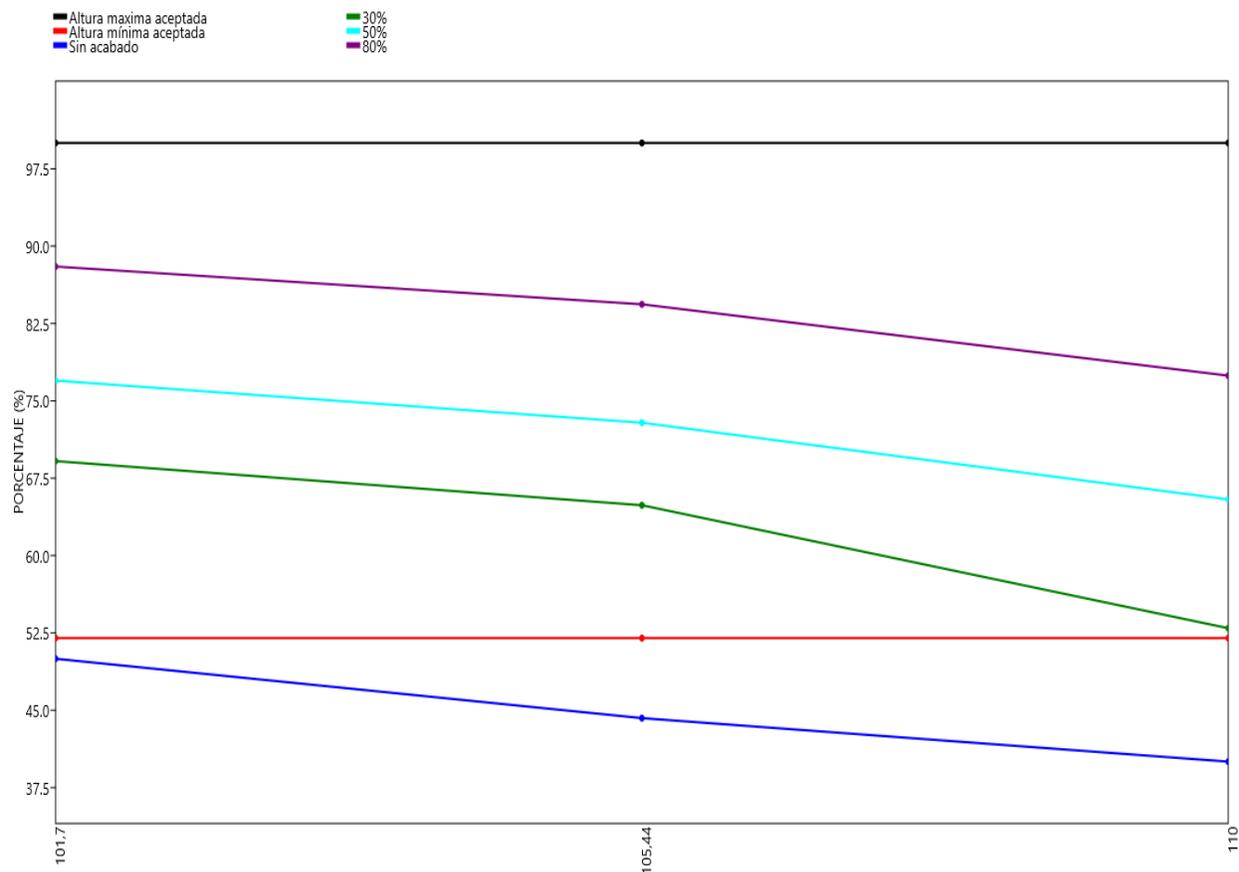


Figura 39. Análisis de resultados de la prueba de impacto

Fuente: Elizabeth Cantincus

Para el análisis del gráfico se debe tener presente que, la prueba de impacto está determinada por dos puntos; el máximo, cuyo valor es considerado como la más alta calificación, donde el textil es 100% resistente a impacto y; el mínimo que vendría a ser la calificación más baja, donde el textil es considerado un protector de impacto, con un mínimo porcentaje (52%), y si es valor es inferior este no es considerado un protector de impacto.

Una vez establecido los anteriores criterios se determina qué; el grado de protección de los textiles técnicos presentan una calificación ascendente, es decir entre mayor es el porcentaje de

partículas de caucho el grado de protección aumenta, siendo el acabado con el 80% de partículas de caucho con mayor grado de protección ya que sus rangos de calificación se encuentran entre 88% -77%. Al igual que hay que mencionar que entre mayor es la energía de impacto la calificación desciende. El textil sin acabado no es considerado un protector de impactos porque sus valores son inferiores al valor mínimo (52%) para ser considerado un protector ante golpes.

4.2.Prueba de resistencia al desgarro: Método de lengüeta ASTM-D2261.

La siguiente prueba permite evaluar la durabilidad del material al ser sometido a procesos extremos. Cuyos valores se encuentran en un rango de 15%-85%. El textil es sometido a una fuerza, esta provoca que los hilos de trama o urdimbre se abran a lo largo de una línea provocando el desgarro de la muestra, la resistencia que presenta el material es medida por el programa, cuyos datos fueron evaluados para obtener el valor promedio de la resistencia al desgarro que presenta cada material textil. En la tabla 25 se exponen los resultados generados en la respectiva prueba.

Tabla 20
Resultados de la Prueba de resistencia al desgarro en porcentajes

PRUEBAS AL DESGARRO (%)					
Sentido	Muestra	Probeta 1(%)	Probeta 2 (%)	Probeta 3 (%)	Media (%)
Urdimbre	Sin acabado	28,8	32,9	31,4	31,03
	Acabado 30%	33	36	30,6	33,20
	Acabado 50%	34,9	30,7	36,2	33,93
	Acabado 80%	33,9	33	37,2	34,70
Trama	Sin acabado	33,2	33,5	37,2	34,63
	Acabado 30%	38,6	40,9	39,6	39,70
	Acabado 50%	49,1	55,1	51,3	51,83
	Acabado 80%	68,3	64,4	57,6	63,43

Fuente: Elizabeth Cantincus

Para hacer el análisis se calcula la media total para cada una de las pruebas. En la tabla 25 podemos apreciar que mientras el porcentaje del acabado aumenta el grado de resistencia al desgarro aumenta, es decir tiene una relación directa. La tendencia de estos datos se puede apreciar en los siguientes gráficos:

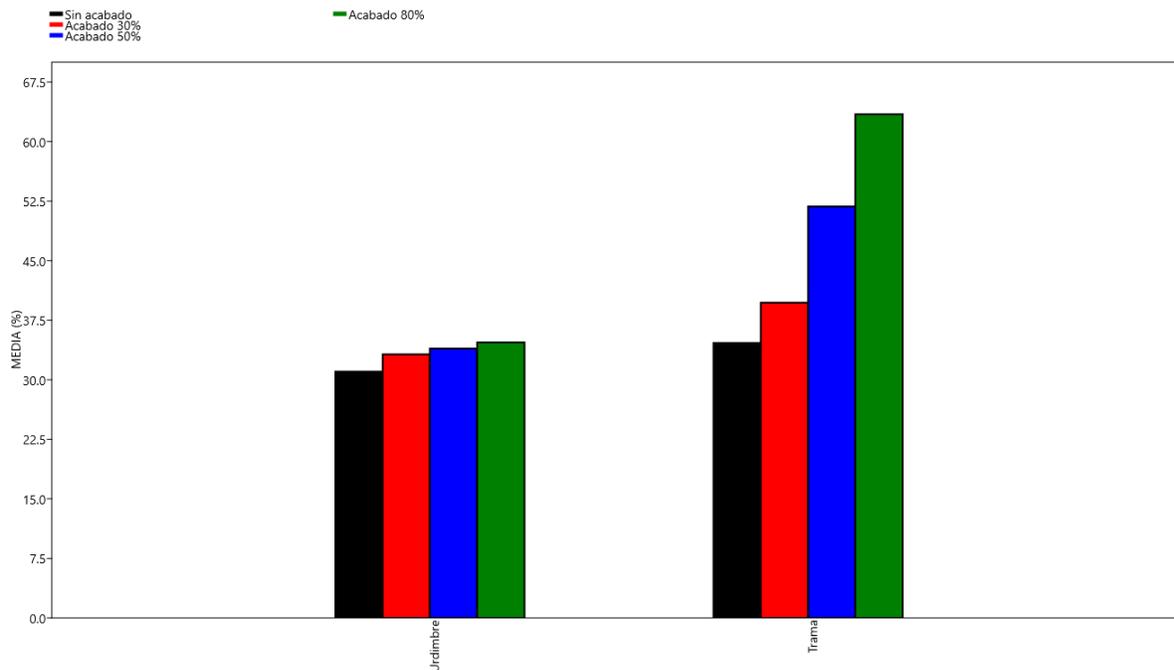


Figura 40. Tendencia de datos de resistencia al desgarro

Fuente: Elizabeth Cantincus

Como podemos apreciar en el gráfico 40, el acabado en urdimbre mejora en un mínimo porcentaje en relación a la muestra original. En la trama el porcentaje de resistencia al desgarro aumenta en comparación a la muestra original. Observando el gráfico podemos determinar que el recubrimiento al 30%, 50% y 80% mejora las propiedades del textil. Donde los hilos de trama presentan mayor resistencia al ser expuesta a una fuerza. Permitiendo establecer una relación directamente proporcional, es decir entre mayor cantidad de caucho mayor resistencia al desgarro

4.3. Prueba de resistencia a tracción y alargamiento ISO 13934-2 (2014)

Esta prueba permite evaluar el grado de resistencia que posee el textil al someterse a una fuerza de estiramiento. Aquí la ondulación de los hilos disminuye en la dirección que se esté trabajando (trama o urdimbre), luego los hilos del ligamento empiezan el aguante de toda fuerza, reduciendo

el alargamiento hasta provocar la rotura del tejido. En la siguiente tabla se presentan los valores obtenidos durante la prueba.

En la tabla 26 y 27, se encuentran los resultados obtenidos en sentido de urdimbre y trama, que están representados por fuerza máxima y la energía a la rotura, donde que los valores obtenidos del 30%, 50% y 80% de partículas de caucho son inferiores al textil sin acabado. Es así que se determina que al aplicar el respectivo acabado los hilos de urdimbre y trama pierden sus propiedades, ocasionando que presenten menor grado de resistencia a tracción y alargamiento.

Tabla 21
Resistencia a la tracción y alargamiento en urdimbre

Probetas	SIN ACABADO		ACABADO 30%		ACABADO 50%		ACABADO 80%	
	Fuerza máxima (N)	Energía a la rotura (J)	Fuerza máxima (N)	Energía a la rotura (J)	Fuerza máxima (N)	Energía a la rotura (J)	Fuerza máxima (N)	Energía a la rotura (J)
1	3338,52	2532,87	2081,06	1463,69	2516,72	1437,85	2701,56	1557,47
2	3315,45	1955,62	2304,85	1607,95	2808,34	2045,02	2752,89	1820,2
3	2859,90	1528,77	2533,44	1697,91	2590,02	1903,2	2836,34	2111,34
Media	3171,29	2005,75	2306,45	1589,85	2638,36	1795,36	2763,60	1829,67

Fuente: Elizabeth Cantincus

Tabla 22

Prueba de resistencia a la tracción y alargamiento en trama

Probetas	SIN ACABADO		ACABADO 30%		ACABADO 50%		ACABADO 80%	
	Fuerza máxima (N)	Energía a la rotura (J)	Fuerza máxima (N)	Energía a la rotura (J)	Fuerza máxima (N)	Energía a la rotura (J)	Fuerza máxima (N)	Energía a la rotura (J)
1	2942,98	2158,27	2671,17	1726,76	2644,95	1779,3	2835,83	1911,09
2	2836,65	2124,96	2625,33	1843,22	2299,84	1837,96	2856,57	2146,71
3	2936,88	1913,94	2367,14	1827,02	2822,85	1829,5	2707,56	1816,22
Media	2905,50	2065,72	2554,55	1799,00	2589,21	1815,59	2799,99	1958,01

Fuente: Elizabeth Cantincus

4.4. Prueba de repelencia al agua AATCC 22 (2014)

En esta prueba se evalúa la capacidad de repelencia que posee el textil ante la presencia de un fluido como es el caso del agua. Después de pulverizar el agua sobre los textiles con recubrimiento del 30%, 50% y 80% se comparó con los estándares de calidad llegando a obtener una valoración 100 (ISO 5), es decir que es totalmente repelente al agua, al igual que no se pega ni humedece la superficie del textil. A continuación en la tabla 29 se detallan los resultados obtenidos de la prueba ya mencionada.

Tabla 23
Resultados de la prueba repelencia al agua

PRUEBA REPELENCIA AL AGUA



Muestra	Grado de repelencia					Promedio	Valoración ISO
	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Probeta 4	Probeta 5		
Sin acabado	1	1	1	1	1	1	50
Acabado 30%	4	4	4	4	4	4	90
Acabado 50%	4	4	4	4	4	4	90
Acabado 80%	4	4	4	4	4	4	90

Fuente: Elizabeth Cantincus

4.5. Prueba de lavado y secado doméstico

Esta prueba simula un lavado doméstico al que puede estar sometido un textil. El propósito de la prueba es tener una estimación de la pérdida del color y degradación del acabado generados después de varias lavadas. Las muestras son evaluadas en el espectrofotómetro, allí se evalúa la transferencia del color hacia el testigo, así como también se evalúa la degradación que presenta el recubrimiento después del lavado. La escala de calificaciones está representada del 1 al 5, siendo 1 la solidez más baja y 5 la más alta. En la tabla 29 podemos observar que los valores poseen una calificación de 4,5, considerándose un textil con buena solidez al lavado.

Tabla 24
Resultados de la Prueba lavado y secado Doméstico

PRUEBA LAVADO Y SECADO DOMÉSTICO	
Norma	ISO 6330:2012. Procedimiento de lavado y secado doméstico para los ensayos textiles
Condiciones de la prueba	Equipo: Lavadora Electrolux FOM 71 CLS Temperatura: 20°C Detergente: ECE Formulation Non Phosphate Reference Detergent (A)
Solidez del color al lavado: AATCC61	
<i>Muestras</i>	<i>Transferencia</i>
Acabado 30%	4.5
Acabado 50%	4.5
Acabado 80%	4.5

Fuente: Elizabeth Cantincus

4.6. Prueba de Solidez del color al frote

La prueba de solidez al frote permite evaluar el cambio del color al aplicarle una fuerza superficial al textil, es decir sirve para determinar la resistencia del color que presenta el textil técnico entre los efectos producidos por el frote. Para el efecto de la investigación se aplicó la prueba de solidez al frote en húmedo y en seco, cuyos resultados fueron evaluados en el espectrofotómetro, lugar donde determina el grado de transferencia del color hacia el testigo. La escala de calificaciones está representada del 1 al 5, siendo 1 la solidez más baja y 5 la más alta. En la tabla 30 podemos observar que los valores poseen una calificación de 3 en húmedo y 4,5 en seco considerándose un textil con buena solidez del color al frote.

Tabla 25
Resultados de la prueba de solidez al frote

PRUEBA DE SOLIDEZ AL FROTE		
Norma	ATCC08 (2013). Solidez del color al frote. Equipo: Crockmeter	
Condiciones de la prueba	Ciclos: 1vuelta por segundo Auxiliar: Agua destilada	
Muestra	Solidez color húmedo	Solidez color Seco
Acabado 30%	3	4,5
Acabado 50%	3	4,5
Acabado 80%	3	4,5

Fuente: Elizabeth Cantincus

4.7.Pruebas de confiabilidad de confiabilidad de impacto

Mediante el análisis estadístico se comparan los datos obtenidos en la prueba de impacto con la finalidad de establecer el grado de confiabilidad mediante el programa denominado PAST 3. En ella se menciona el análisis de la varianza, así como también la prueba de confiabilidad.

4.7.1. Análisis de la varianza

El análisis estadístico se realizó luego de obtener los resultados obtenidos en cada prueba de impacto, que constó de 12 muestras y sus respectivas pruebas. Para realizar la comparación de datos recopilados en la prueba de impacto a diferentes concentraciones de caucho y diferentes energías de impacto se elaboró una tabla única y mediante el programa PAST 3 se obtuvo los siguientes resultados que se encuentran en la tabla 31.

Tabla 26
Análisis de la varianza de la prueba de impacto

 Univariate statistics

	Sin acabado	30%	50%	80%
N	3	3	3	3
Min	10,05	14,24	16,36	19,36
Max	12,15	17,29	19,24	22,03
Sum	33,26	47,75	53,82	62,48
Mean	11,08667	15,91667	17,94	20,82667
Std. error	0,6063644	0,8934266	0,8430896	0,7819278
Variance	1,103033	2,394633	2,1324	1,834233
Stand. dev	1,050254	1,54746	1,460274	1,354339
Median	11,06	16,22	18,22	21,09
25 prcnil	10,05	14,24	16,36	19,36
75 prcnil	12,15	17,29	19,24	22,03
Skewness	0,1141844	-0,8481971	-0,8311281	-0,8418871
Kurtosis	-2,333333	-2,333333	-2,333333	-2,333333
Geom. mean	11,05348	15,86543	17,89969	20,79691
Coeff. var	9,473126	9,722264	8,139766	6,502907

Fuente: Elizabeth Cantincus

4.7.2. Confiabilidad de datos

En tabla 32, se pone a disposición los resultados de confiabilidad de los datos obtenidos en la prueba de impacto. Donde se tomó como referencia los cuatro métodos que posee el programa PAST 3; Shapiro-Wilk W, Anderson-Darling A, Jarque-Bera JB y Lilliefors L. Estos métodos permitieron determinar que las respectivas pruebas se ajustan a una hipótesis nula. Verificando que los valores en los cuatro métodos son mayores a 0,05, y se confirma que los datos tienen una confiabilidad del 95%

Tabla 27
 Test de confiabilidad de los datos obtenidos

📊 Tests for normal distribution

	Sin acabado	30%	50%	80%
N	3	3	3	3
Shapiro-Wilk W	0,9995	0,9712	0,9724	0,9716
p(normal)	0,958	0,6742	0,6814	0,6769
Anderson-Darling A	0,19	0,2218	0,2204	0,2213
p(normal)	0,6281	0,5104	0,5135	0,5115
p(Monte Carlo)	0,9582	0,68	0,6739	0,6805
Lilliefors L	0,1777	0,2444	0,2427	0,2437
p(normal)	2,314	0,7031	0,7127	0,7066
p(Monte Carlo)	0,957	0,6709	0,6707	0,673
Jarque-Bera JB	0,2823	0,3412	0,3388	0,3403
p(normal)	0,8683	0,8432	0,8442	0,8435
p(Monte Carlo)	0,9577	0,6722	0,6786	0,6723

Fuente: Elizabeth Cantincus

4.7.3. Análisis del gráfico.

En el gráfico 41 se exponen las tendencias de los valores obtenidos en la prueba de impacto.

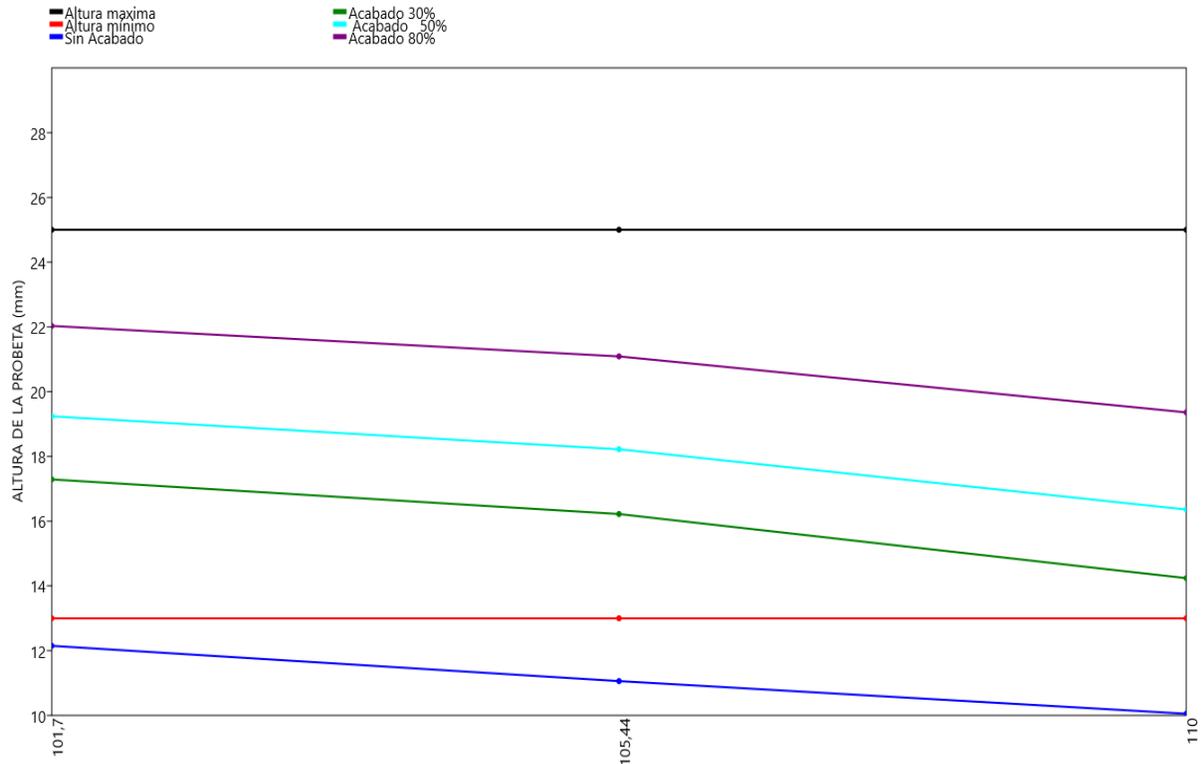


Figura 41. Análisis de los resultados obtenidos

Fuente: Elizabeth Cantincus

Para el análisis del gráfico se debe tener presente que, la prueba de impacto está determinada por dos puntos; el máximo(25mm), cuyo valor es considerado como la más alta calificación, donde el textil es 100% resistente a impacto y; el mínimo (13mm) que vendría a ser la calificación más baja, donde el textil es considerado un protector de impacto, pero en un mínimo porcentaje (52%), y si es valor es inferior este no es considerado un protector de impacto.

Una vez establecido los anteriores criterios se determina qué; el grado de protección de los textiles técnicos presentan una calificación ascendente, es decir entre mayor es el porcentaje de partículas de caucho el grado de protección aumenta, siendo el acabado con el 80% de partículas de caucho con mayor grado de protección ya que sus rangos de calificación se encuentran entre 22.03-19.36 (88% -77%). Al igual que hay que mencionar que entre mayor es la energía de impacto

la calificación desciende. El textil sin acabado no es considerado un protector de impactos porque sus valores son inferiores al valor mínimo (13 mm) para ser considerado un protector ante golpes.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Mediante esta investigación se puede concluir que el método ideal para la extracción de partículas de caucho, fue mediante la utilización del esmeril, que permitió obtener partículas sumamente pequeñas e ideales para este proceso de investigación.
- Se puede concluir que el sistema más adecuado para la aplicación de partículas de caucho hacia el textil es la serigrafía cuyo proceso de estampación permitió formar una película que recubre la superficie del tejido.
- Luego de aplicar diferentes energías de impacto en los textiles técnicos al 30%,50% y 80% de partículas de caucho se concluye que; sus valores de calificación se encuentran en un rango superior a 52% considerándose de esta manera textiles protectores de impacto, donde la calificación son generados de forma ascendente, es decir entre mayor es el porcentaje de partículas de caucho, el grado de protección aumenta, siendo el acabado con 80% de concentración de caucho con mayor grado de protección ya que sus rangos de protección se encuentran entre 88%-77%. La relación entre la energía de impacto y el grado de protección es inversamente proporcional, es decir entre mayor es la energía de impacto menor es el grado de protección. Y el textil sin acabado no es considerado un protector de impactos porque presentan una calificación inferior al 52%, valor mínimo permitido para ser considerado un protector de golpes.
- De la prueba de resistencia al desgarró se concluye que, los valores de resistencia aumentan en relación a la concentración de caucho, es decir entre mayor porcentaje de partículas de caucho mayor la resistencia al desgarró. Siendo el acabado con el 80% con

mayor rango de resistencia donde sus valores se encuentran entre 34.70% en urdimbre y 63.43% en trama.

- Se concluye que los textiles técnicos disminuyen la capacidad de resistencia de tracción y alargamiento en sus tres concentraciones 30%, 50% y 80%. Es así que se determina que al aplicar el respectivo acabado los hilos de urdimbre y trama pierden sus propiedades, ocasionando que presenten menor grado de resistencia al estiramiento.
- De la prueba de repelencia al agua se concluye que los textiles técnicos en sus tres concentraciones de caucho, presentan una calificación de 100 (ISO 5), determinado que el textil es totalmente repelente al agua. Es así que se determina que las partículas de caucho forman una película recubridora que evita ingresos de líquidos hacia el interior del tejido.
- Se concluye que el textil técnico en sus tres concentraciones 30%, 50% y 80% presentan una buena solidez al lavado, tomando como base la escala de calificaciones los textiles técnicos se encuentran con un valor de 4.5. Es así que se determina que, el textil es capaz de resistir como mínimo 10 lavados en máquina.
- De la prueba de solidez del color al frote en procesos húmedos se concluye que los textiles técnicos presentan una mala solidez en sus tres concentraciones, cuya calificación se encuentra en 3, con el cual se determina que la exposición del material a una fricción en estado húmedo rompa la estabilidad generada en el termofijado provocando la pérdida del color. Mientras que la solidez del color al frote en seco, al 30% y 50% y 80% presenta una buena solidez (4.5) generando una mínima transferencia del color hacia al testigo.

5.2. Recomendaciones

- Para extracción de partículas de caucho se recomienda utilizar equipos de protección como mascarillas, para evitar enfermedades respiratorias generadas por las partículas del caucho.
- Se recomienda para efectos de investigación realizar un análisis de residuos que se presentan durante la extracción de partículas de caucho de los neumáticos fuera de uso.
- Para el efecto de la investigación se recomienda trabajar con la pasta madre 60 rpm 30%. Siendo ideal para el proceso de estampación.
- Se recomienda que el proceso de recubrimiento se realice utilizando la presión adecuada, para que la distribución de la pasta hacia el sustrato sea lo más uniforme posible. Así como también que el número de pasadas sea como mínimo tres, debido a que, a partir de esta, el aspecto del acabado mejora.
- El proceso de termofijado juega un papel importante, mediante este se logra dar la estabilidad final al sustrato, al igual que se mejora el aspecto y este permite mejor resistencia del acabado. Por lo que se recomienda trabajar desde una temperatura de 200°C por 15 segundos, debido a que ha permitido obtener mejores resultados en las diferentes pruebas de calidad que se han realizaron.
- Del mismo modo, se recomienda implementar la presente investigación en otras aplicaciones como material para la fabricación de calzados, mochilas y carpas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida Salazar, N. G. (2011). Utilización de Fibra de caucho de neumáticos reciclados en la elaboración de bloques de Mampostería para mitigar el impacto ambiental en el cantón de Ambato. 10. Amabato, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4346/1/Tesis%20670-Almeida%20Salazar%20Neyva%20Gissela.pdf>
- Cañarte León, K. S., & Herrera Briones, M. G. (Abril de 2015). Estudio para Determinar la Factibilidad de la Creación de una Empresa Recicladora y Transformadora de Caucho Reciclado. 1. Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11125/1/TESIS%20CA%20C3%B1ARTE-HERRERA.pdf>
- Lozada Moreno, C. (22 de Julio de 2015). D3o, una innovación textil Colección capsula con textil D3o para Bicicross. 38. España. Obtenido de https://fido.palermo.edu/servicios_dyc//proyctograduacion/archivos/3490.pdf
- Abril Abril , X. B. (2019). Tecnología wearable en indumentaria deportiva caso; ciclismo BMX. 34. Cuenca , Ecuador . Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9116>
- Aguado Alonso , L. (2006). Resicaldo de neumáticos para la fabricación de láminas impremeabilizantes en la contrucción . Obtenido de http://oa.upm.es/5497/2/TESIS_MASTER_LUIS_AGUADO_ALONSO.pdf
- Aguilar Aguilar , G. E., & Banegas Silva , C. F. (Octubre de 2013). Deportes extremos en el Azuay.Elaboración de una guía Turística. 70. Cuenca, Ecuador . Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4625/1/tesis.pdf>

- Aguirre Trujillo, K. F., & Bigazzi Jarra, Z. M. (2015). Prevalencias de lesiones y factores asociados en deportistas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador abril del 2015. 9. Quito, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10244/TESIS.pdf?sequence>
- Cardona Gómez, L., & Sanchez Montoya, L. M. (2011). Aprovechamiento de llantas usadas para la fabricación de pisos decorativos. 59. Medellín, Colombia. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/51194716.pdf>
- Carpio Ñauta, X. I., & Medina Samaniego, R. F. (Septiembre de 2013). Diseño de una línea de procesos para la obtención de polvo de caucho a base de neumáticos fuera de usos (NFU). Cuenca, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8971/1/UPS-CT005253.pdf>
- Castro, G. (Diciembre de 2008). Materiales y compuestos para la industria de neumáticos. 1. Obtenido de campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Materiales_y_Compuestos_para_la_Industria_del_Neumatico.pdf
- Castro, G. (Diciembre de 2008). Materiales y compuestos para la industria del neumático. 2. Obtenido de https://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Materiales_y_Compuestos_para_la_Industria_del_Neumatico.pdf
- Chamba Tituaña, E. C. (Marzo de 2017). Evolución de los textiles inteligentes de segunda generación a activos. Ibarra, Imbabura, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6827/1/04%20IT%20194%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

- COTEC. (Mayo de 2014). Textiles Técnicos. Obtenido de http://informecotec.es/media/N31_Textiles_Tec.pdf
- Delarze Días , P. A. (2008). Resiclaje de Neumáticos y sus Apliaciones en la Construcción. Valdivia, Chile. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/bmfciid339r/doc/bmfciid339r.pdf>
- Eche Enríquez , J. X. (2014). ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE CONFECCIÓN PARA ARTÍCULOS TEXTILES, ELABORADOS CON DESPERDICIOS PROVENIENTES DEL SECTOR DE LAS CONFECCIONES DE TEJIDO DE PUNTO. Ibarra, Imbabura, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/3784>
- Espada Paredes, M. J. (Julio de 2018). Textiles inteligentes y su aplicación en la indumentaria para los deportes extremos acuáticos en Baños de Agua Santa. Ambato, Ecuador . Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28361/1/Espada%20Mar%C3%A9Da.pdf>
- Figuroa Díaz , O. S. (2014). Vesturario para la práctica de deportes extremos en el canton de baños bajo Normativas de Seguridad Internacionales. 6. Ambato, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/927/2/80198.pdf>
- Hernández Espinosa , J. M., & Muñoz Cadena , A. C. (2014). 25. Quito, Ecuador . Obtenido de http://repositorio.upacifico.edu.ec/bitstream/40000/282/1/TNE_UPAC_17597.pdf
- Lockuán Lavado , F. E. (2012). *La Industria Textil y su Control de Calidad* (Vol. VI. Ennoblecimiento Textil). Obtenido de https://issuu.com/fidel_lockuan/docs/vi._la_industria_textil_y_su_control_de_calidad
- Lockuán Lavado , F. E. (2012). *La Industria Textil y su Control de Calidad* (Vol. IV. Tejeduría). Obtenido de <https://archive.org/details/IV.LaIndustriaTextilYSuControlDeCalidad>

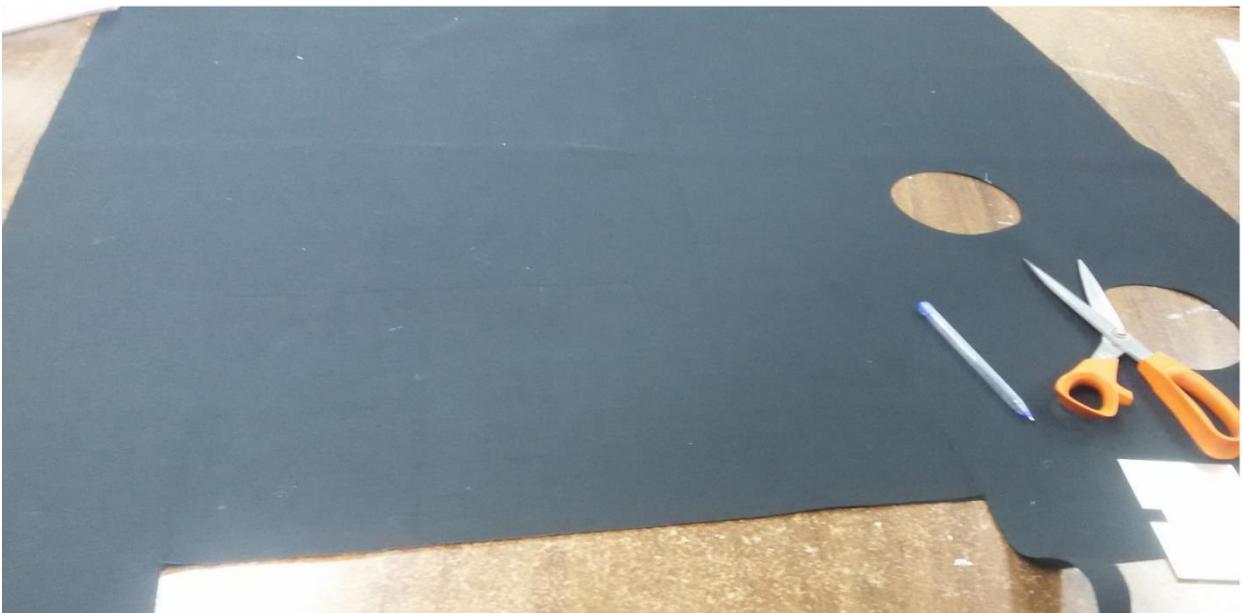
- Luna Morocho , P. M. (Septiembre de 2013). Estudio de la aplicación potencial de compuestos obtenidos con residuos de caucho reciclado provenientes de continental Tire Andina como materiales estructurales. Cuenca, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5150/1/UPS-CT002730.pdf>
- Mexicana, N. O. (1994). NORMA Oficial Mexicana NOM-113-STPS-1994, Calzado de protección. Mexico . Obtenido de http://himfg.com.mx/descargas/documentos/transparencia/pot/fraccion_xiv/166norma22.pdf
- Mora Sangucho, J. G. (Julio de 2016). Indumentaria deportiva aplicando textiles inteligentes. Ambato, Ecuador . Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/23988>
- Narváez Fuelpas, A. C. (2019). APLICACIÓN DE UN ACABADO TEXTIL REPELENTE AL AGUA A BASE DE LÁTEX DEL ÁRBOL DE COBRIZO (EUPHORBIA COTINIFOLIA) EN TELA DE TEJIDO PLANO 100% Co. 38. Ibarra, Imbaura, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9644/2/04%20IT%20249%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Peláez Arroyave, G. J., Velásquez Restrepo, S. M., & Giraldo Vásquez, D. H. (Febrero de 2017). Aplicacion del caucho reciclado: una revsión literatia . *Scielo*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v27n2/0124-8170-cein-27-02-00027.pdf>
- Pérez Zurita, M. M. (Abril de 2014). EStandarización de procesos de la empresa Textiles Técnicos. Ambato, Ecuador. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/7345/1/Tesis_t884id.pdf

- Pineda Guamán , P. A. (2018). General una herramienta multifuncional que ayuden al mantenimiento mecánico de la bicicleta. 19-20. Cuenca , Ecuador . Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/8167>
- Posso Cárdenas, M. P., & Buenaño Buenaño, M. S. (Diciembre de 2014). Estudio del sector productivo automotriz del reciclaje de neumáticos usados para la implementación en la matriz productiva del Ecuador. 46. Quito , Ecuador . Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/3619/1/112235.pdf>
- Proaño Jiménez , K. L., & Stacey Albán , E. F. (2011). Estudio de factibilidad técnico-económico del recaldo del caucho y sus aplicaciones en la ciudad de Quito . Quito , Ecuador . Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7702/1/CD-3575.pdf>
- Terán Gordillo, A. E. (2013). Diseño, construcción y puesta en funcionamiento de una máquina mezcladora para la producción de pinturas plastisol. Ibarra, Imbabura, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2655/1/04%20IT%20149%20TESIS.pdf>
- Zurita Angulo, L. M. (12 de Diciembre de 2012). Desarrollo de textiles técnicos en el laboratorio con características adecuadas para utilizar en la elaboración de zapatos de lonas, en la fábrica Textiles Industriales S.A (TEIMSA). Ibarra, Imbabura, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2645/1/04%20IT%20154%20TESIS%20.pdf>

ANEXOS



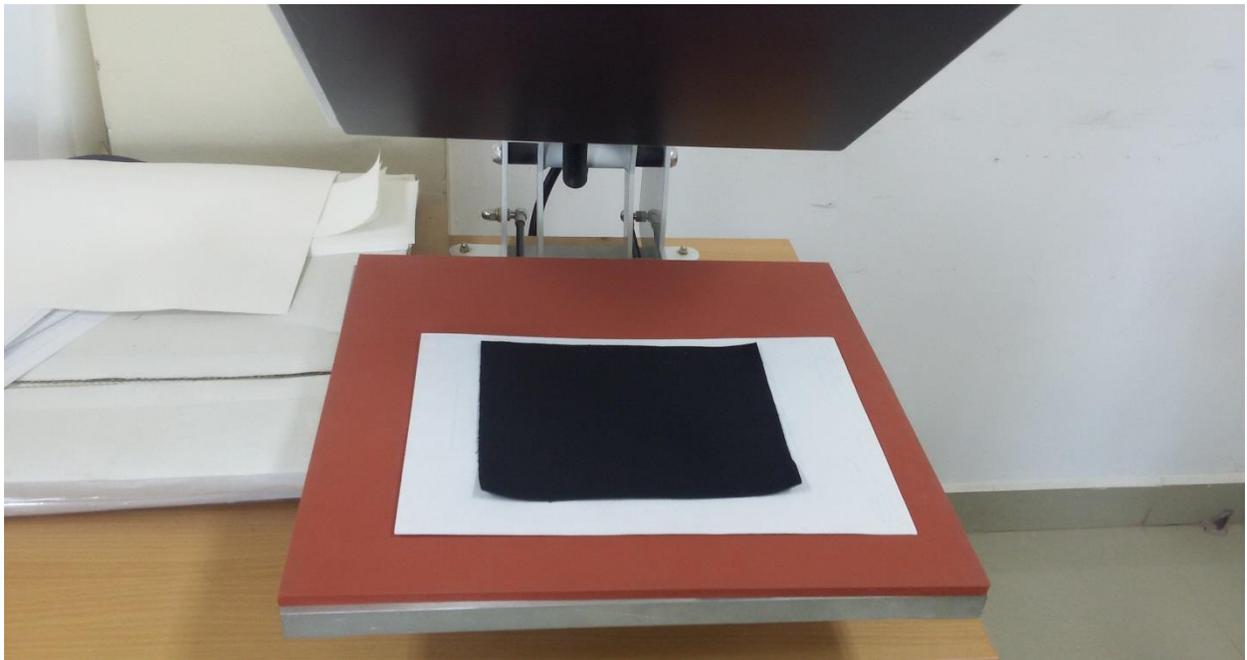
Anexo 1. Obtención de partículas de caucho



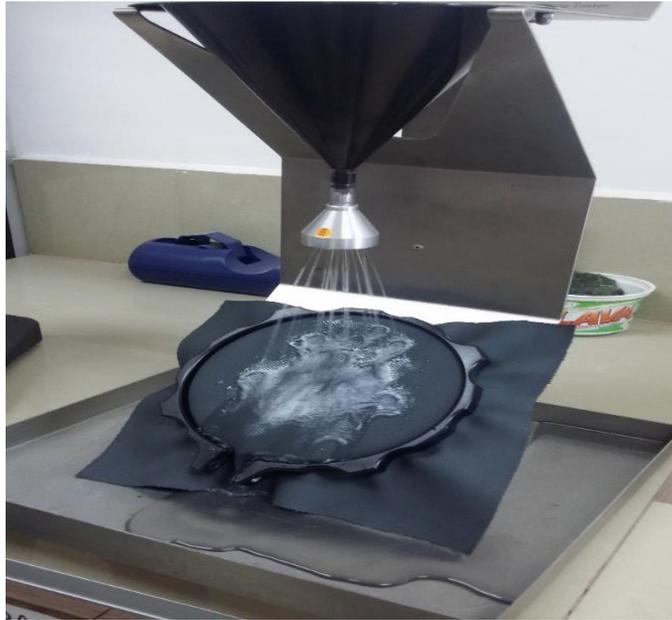
Anexo 2. Preparación de la tela



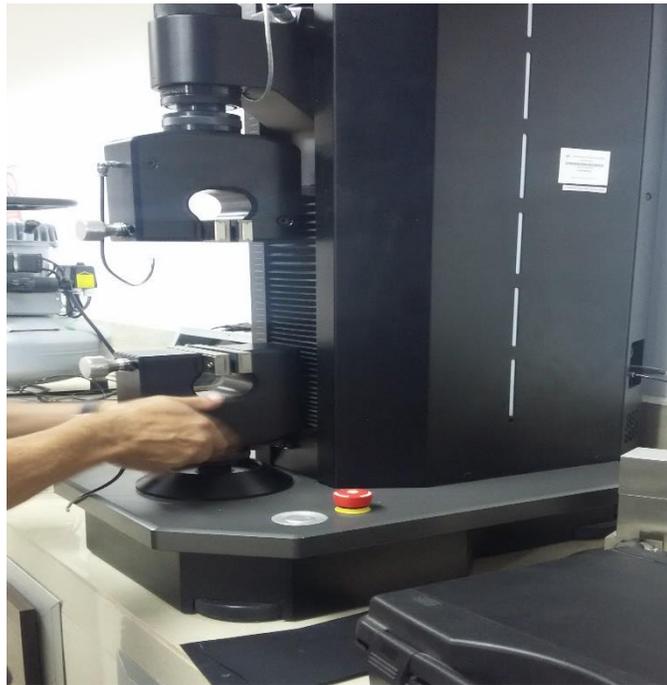
Anexo 3. Estampado y secado del textil



Anexo 4. Termofijado del textil



Anexo 7. Prueba repelencia al agua



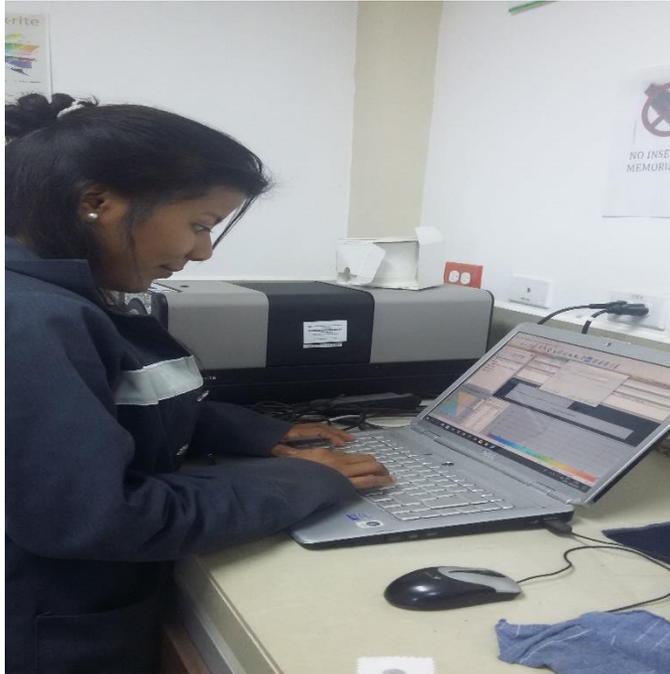
Anexo 8. Prueba de resistencia a la tracción



Anexo 9. Prueba de resistencia al frote



Anexo 10. Prueba de lavado y secado doméstico



Anexo 11. Evaluación de la transferencia del color



Anexo 12. Muestra del calzado antes del ensayo de impacto



Anexo 13. Montaje de las punteras para el ensayo de impacto



Anexo 14. Muestra del calzado después del ensayo de impacto



CUBRIPRINT ELÁSTICO / BA05

Bases Acuosas

1. DESCRIPCIÓN

El CUBRIPRINT ELÁSTICO BA05 SUMIPRINT® es una 4.4 Si se requiere retardar el secado utilice el aditivo base incolora para pigmentar y estampar directamente Hidroplus PA21 máximo un 5%. Con este aditivo el sobre fondos oscuros o claros. producto ya no es catalizable, obliga al curado térmico.

Este producto fue especialmente diseñado para cumplir los requerimientos de OEKO-TEX® Standard 100 (II), CPSIA (Consumer Product Safety Improvement Act) y California elongación mejoran.

Assembly 1108 en los siguientes parámetros:

- ☐ Metales Pesados (Plomo (Pb), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Mercurio (Hg), Arsénico (As), Antimonio (Sb), Cobre (Cu), Cobalto (Co), Níquel (Ni))

4.5 Tener presente que en la medida en que el depósito de tinta se hace mayor, tanto el cubrimiento como la (Consumer Product Safety Improvement Act) y California elongación mejoran.

4.6 En condiciones de alta temperatura ambiente, contrarreste el taponamiento en la malla humectando la tinta mediante un atomizador.

2. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

- Alto cubrimiento
- Buena elasticidad
- Acabado semibrillante ☐ Producto pigmentable
- Disponible también en color blanco (CUBRIPRINT ELÁSTICO BLANCO BA0505 SUMIPRINT®)

3. APLICACIÓN

Pigmentar del color deseado. Según cubrimiento requerido, aplicar una o dos capas de dos o tres pases cada una, presecar y termofijar.

4. RECOMENDACIONES

4.1 Antes de ejecutar cualquier producción hacer pruebas para verificar la idoneidad y ajuste de todas las variables de la estampación.

4.2 Realizar pruebas de curado antes de la producción. Fallas en el curado de la tinta puede resultar en baja elongación, poca resistencia al lavado, adherencia inferior y durabilidad inaceptable.

4.3 Producto catalizable con Fixerprint Catalizador PA23, adicionar 2% para telas 100% algodón, 3%-4% para telas con alto contenido de fibras sintéticas; se obtiene solidez al lavado a las 48 horas.

5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Malla/Seda: 32-55 (hilos/cm) 81- 140 (hilos/pulg.)
Sustrato: Tejidos de algodón, mezclas algodón- poliéster.
Rasero (Shore-Dureza): 60-65 Shore
Curado Presecar a 90-130°C. Termofijación Banda: (200°C)/ 90 Seg. Termofijación presión:(200°C)/ 50 Seg.
Emulsión Recomendada: Diazo PG11
Pigmentación Pigmento acuoso Sumiprint®, Colores Básicos 3% a 5%, Colores Fluorescente 4% a 6%.

6. PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Mantener cerrado el envase para prevenir alteración o contaminación del producto. Para conservar almacenar en lugar fresco (inferior a 35°C), apartado de fuentes de calor directa o indirecta.

La estabilidad del producto en el envase original es de 12 meses contados a partir de la fecha de fabricación indicado en el código del Lote: AA/MM/Consecutivo. Una vez abierto el envase, el producto debe ser utilizado en el menor tiempo posible siguiendo las recomendaciones de almacenamiento.



LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE ESFUERZOS Y VIBRACIONES

F01- PE - LAEV - 01 Rev.00

INFORME

LAEV – M20.080

Quito, 11 de diciembre de 2020

Solicitado por: Elizabeth Cantincus
Persona de contacto: Elizabeth Cantincus
Teléfono: 0990696946
Correo: ejcantincust@utn.edu.ec
Fecha de recepción: 04/12/2020
Fecha de ejecución: 09/12/2020

ORDEN DE TRABAJO N.º: DM-OT0073-2020

1. MUESTRAS: Tres (3) zapatos de seguridad para ensayo de impacto en puntera bajo normas técnicas ASTM F2412-18a/ASTM F2413-18
2. GENERALIDADES E IDENTIFICACIÓN:

Características del calzado según datos proporcionados por el cliente:

	Fotografía
<ul style="list-style-type: none">• Talla: 40• Color: Negro	

En la tabla 1 se muestra la identificación de las muestras a ser ensayadas: Tabla 1. Identificación de las muestras

Id. cliente	Id. del LAEV
Zapato derecho 1 (1D)	M20.080.01
Zapato izquierdo 1 (2I)	M20.080.02
Zapato derecho 2 (3D)	M20.080.03

3. CONDICIONES AMBIENTALES:

Temperatura: $22,4 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$

Humedad relativa: $44,0 \pm 0,1\%$

4. ENSAYO DE IMPACTO SEGÚN NORMAS TÉCNICAS ASTM F 2412-18a Y ASTM F 2413-18

Especificaciones técnicas según normas para calzado I/75

- + Peso del impactado: 22,7 kg (50 lb)
- + Energía mínima de impacto: 101,7 J
- + Altura mínima de impacto: 457 mm
- + Altura mínima de seguridad: 12,7 mm

En las siguientes tablas se muestran los resultados del ensayo de impacto en la puntera del calzado de seguridad.

PRUEBA DE IMPACTO -SIN ACABADO					
Muestra	Altura de impacto (mm)	Energía real de impacto J	Altura de la probeta (mm)	Altura de la probeta después del impacto (mm)	Especificación ASTM
1	460	101,7	25	12,15	ASTM F 2413 I/75
2	460	105,44	25	11,06	ASTM F 2413 I/75
3	460	110	25	10,05	ASTM F 2413 I/75

PRUEBA DE IMPACTO 30% DE CAUCHO					
Muestra	Altura de impacto (mm)	Energía real de impacto J	Altura de la probeta (mm)	Altura de la probeta después del impacto (mm)	Especificación ASTM
1	460	101,7	25	17,29	ASTM F 2413 I/75
2	460	105,44	25	16,22	ASTM F 2413 I/75
3	460	110	25	14,24	ASTM F 2413 I/75

PRUEBA DE IMPACTO 50% DE CAUCHO					
Muestra	Altura de impacto (mm)	Energía real de impacto J	Altura de la probeta (mm)	Altura de la probeta después del impacto (mm)	Especificación ASTM
1	460	101,7	25	19,24	ASTM F 2413 I/75
2	460	105,44	25	18,22	ASTM F 2413 I/75
3	460	110	25	16,36	ASTM F 2413 I/75

Anexo 18. Resultados de la prueba de impacto 30% y 50%

PRUEBA DE IMPACTO 80% DE CAUCHO					
Muestra	Altura de impacto (mm)	Energía real de impacto J	Altura de la probeta (mm)	Altura de la probeta después del impacto (mm)	Especificación ASTM
1	460	101,7	25	22,03	ASTM F 2413 I/75
2	460	105,44	25	21,09	ASTM F 2413 I/75
3	460	110	25	1,36	ASTM F 2413 I/75

5. CONCLUSIONES:

- Las muestras de calzado de seguridad al 30%, 50%, 80% cumplen con los requerimientos de las normas ASTM F 2412-18a y F 2413-18 y las especificaciones I/75 para impacto.

Las fotografías de los ensayos se encuentran en el anexo.

Nota. - Los resultados contenidos en el presente informe corresponden únicamente a las muestras ensayadas por el Laboratorio de Análisis de Esfuerzos y Vibraciones (LAEV).

	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Firma:		
Nombre:	Ing. Jonathan Castro, M.Sc.	Ph.D. Wilson Guachamin
Cargo:	ESPECIALISTA DE LABORATORIO	JEFE
LABORATORIO DE ANALISIS DE ESFUERZOS Y VIBRACIONES		