

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



**Facultad de Arte, Diseño y Comunicación Audiovisual**

Diseño de prendas de protección mediante el uso de técnicas de  
manufactura aditiva

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Licenciado(a) en Diseño de Productos**

Presentado por:

María Cristina Enríquez Corral

Liliana Estrada León

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2024

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi gratitud de manera especial a tres mujeres excepcionales en mi vida: a mi mamá, Analía; a mi hermana, Rosalía; y a mi abuela, Rosaura. A todas ellas, les dedico este nuevo éxito y les agradezco profundamente por ser parte fundamental de mi viaje académico.

También, agradezco a Daddy y a Gordo por su presencia constante y apoyo incansable durante todas las madrugadas de deberes. Su compañía tan bonita ha sido indispensable para mí.

Este logro no habría sido posible sin ustedes. Los quiero mucho :)

**María Cristina Enríquez Corral**

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi paso y culminación de esta etapa se las debo principalmente a mis padres y hermano, quienes han estado brindándome su apoyo incondicional durante todo este proceso.

A mis abuelos y tíos que, sin dudarlos, han estado pendientes de mi progreso y echándome el mejor de los ánimos.

A mis amigos de universidad cuya compañía, sin duda, ha hecho mucho más ameno el pasar de estos 5 años.

A Diego, quien ha estado siempre dispuesto a colaborar, ser un pilar de apoyo sentimental y nunca dudar en extenderme una mano.

Mi cariño y agradecimiento a ustedes es infinito.

**Liliana Estrada León**

## DECLARACIÓN EXPRESA

Nosotras María Cristina Enríquez Corral y Liliana Estrada León acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá a los autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 5 de febrero del 2023.



---

María Cristina

Enríquez Corral



---

Liliana

Estrada León

# EVALUADORES

---

**Dis. Jimmy Cañizares Pozo**

PROFESOR DE LA MATERIA

---

**Msc. Da Hee Park Kim**

PROFESORA TUTOR

## RESUMEN

Este trabajo presenta un proyecto que marca el inicio de la implementación de la tecnología de impresión 3D en combinación con textiles en la industria de la ropa de protección. La investigación aborda la necesidad creciente de soluciones innovadoras en la seguridad de los motociclistas en Ecuador, donde el uso de motocicletas es común pero la adopción de prendas de protección más allá del casco es limitada. El objetivo principal es diseñar y desarrollar una chaqueta de protección para motociclistas que integre partes fabricadas mediante impresión 3D, aprovechando los avances tecnológicos en la industria textil a nivel global. Este proyecto aspira a mejorar la seguridad de los motociclistas en el contexto ecuatoriano y contribuir al avance de la impresión 3D en la fabricación de indumentaria.

**Palabras clave:** Manufactura Aditiva, Ropa De Protección, Motociclistas, Avances En La Fabricación De Indumentaria.

## **ABSTRACT**

This thesis unveils a project aimed at establishing a starting point in implementing 3D printing technology in conjunction with textiles in the protective clothing industry. The research addresses the growing need for innovative solutions in the realm of motorcycle rider safety in Ecuador, where motorcycle usage is prominent but the adoption of protective clothing beyond helmets is limited. The main objective is to design and develop a protective jacket for motorcyclists that integrates parts manufactured using 3D printing, thus leveraging technological advancements in the global textile industry. This project not only seeks to enhance the safety of motorcyclists in the Ecuadorian context but also to explore and contribute to the advancement of 3D printing in apparel manufacturing.

**Keywords:** 3D Printing, Protective Clothing, Motorcyclists, Advances in Apparel Manufacturing.

# ÍNDICE GENERAL

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	<b>6</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>7</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>12</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>15</b>
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN .....	15
1.1 Definición de la propuesta / problema .....	16
1.2 Objetivos .....	17
1.2.1 Objetivo Principal.....	17
1.2.2 Objetivos Secundarios.....	17
1.3 Justificación del proyecto .....	17
1.4 Grupo objetivo / beneficiarios.....	18
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>19</b>
CAPÍTULO 2: MARCO REFERENCIAL: ESTADO DEL ARTE.....	19
2.1 Ropa de Protección para motociclistas profesionales en la Norma UNE-EN 17092 .....	19
2.1.1 Clasificación de las Prendas según su Nivel de Rendimiento .....	20
2.1.1.1 Prendas Clase AAA (EN 17092-2:2020).....	20
2.1.1.2 Prendas Clase AA (EN 17092-3:2020) .....	20
2.1.1.3 Prendas Clase A (EN 17092-4:2020).....	21
2.1.1.4 Prendas Clase B (EN 17092-5:2020).....	21

2.1.1.5	Prendas Clase C (EN 17092-6:2020).....	21
2.1.2	Zonas de Categorías de Riesgo .....	22
2.1.2.1	Zona 1: Alto riesgo de lesiones por impacto y abrasión.....	24
2.1.2.2	Zona 2: Riesgo moderado de lesiones por abrasión.....	24
2.1.2.3	Zona 3: Riesgo leve de lesiones por abrasión .....	24
2.1.3	Ensayos de laboratorio para garantizar calidad y durabilidad .....	25
2.1.3.1	Resistencia a la abrasión .....	25
2.1.3.2	Resistencia al desgarro.....	26
2.1.3.3	Resistencia al corte por impacto .....	28
2.2	Protectores y Equipos de Protección (EPI) para motoristas en la Norma UNE-EN 1621 .....	30
2.2.1	Niveles de rendimiento para Protectores contra impactos.....	31
2.2.1.1	Nivel 1 de protección.....	32
2.2.1.2	Nivel 2 de protección.....	32
2.2.2	Ensayos de laboratorio para garantizar protección.....	32
2.2.2.1	Ensayo de impacto (Absorción de energía) .....	33
2.3	Manufactura aditiva en la Industria Textil .....	34
2.3.1	Técnicas de impresión en textil.....	34
2.3.1.1	Tejido de trama .....	34
2.3.1.2	Impresión 3D sobre textil.....	35
2.3.1.3	Cota de malla .....	36
2.3.2	La impresión 3D en Equipos de Protección Personal (EPP). .....	37
2.3.3	Exploración de filamentos dentro de la Industria Textil.....	38
2.3.3.1	Ácido Poliláctico (PLA).....	39
2.3.3.2	Poliuretano Termoplástico (TPU).....	40
2.3.3.3	Tereftalato de Polietileno Glicol (PETG) .....	40
2.3.3.4	Poliamida o Nylon 645 (PA-Nylon).....	42

2.4	Recomendaciones para la manufactura de prendas para motociclistas	42
2.4.1	Introducción de nuevos materiales y tejidos en EPP según la Guía para el Diseño y Fabricación de Ropa Protectora.....	43
2.4.2	Exploración de formas estructurales para su adaptación en EPP	44
2.4.2.1	Patrones hexagonales .....	44
2.4.2.2	Patrones cónicos.....	45

**CAPÍTULO 3 ..... 46**

**CAPÍTULO 3: INVESTIGACIÓN VISUAL..... 46**

<b>3</b>	<b>46</b>
3.1	Design Thinking ..... 46
3.1.1	Fase I: Empatizar ..... 46
3.1.1.1	Métodos de investigación ..... 46
3.1.2	Fase II: Definir ..... 48
3.1.3	Fase III: Idear..... 48
3.1.4	Fase IV: Prototipar..... 49
3.1.5	Fase V: Testear ..... 50
3.2	Investigación Exploratoria ..... 51
3.2.1	Investigación Primaria ..... 51
3.2.2	Investigación Secundaria..... 51

**CAPÍTULO 4 ..... 53**

**CAPÍTULO 4: DESARROLLO DE PROYECTO..... 53**

4.1	Análisis de resultados ..... 53
4.1.1	Encuesta a usuarios de motocicleta ..... 53
4.1.2	Observación etnográfica pasiva..... 53
4.2	Aspectos conceptuales ..... 54

4.3	Aspectos técnicos .....	55
4.3.1	Despiece de la chaqueta .....	55
4.3.1.1	Composición de chaqueta.....	55
4.3.1.2	Composición de protectores.....	55
4.3.2	Protectores .....	56
4.3.3	Probetas para ensayos mecánicos.....	59
4.3.4	Ensayo de abrasión (Simulación) .....	61
4.3.5	Ensayo de tracción (Simulación) .....	64
4.3.6	Ensayo de impacto (Simulación) .....	67
4.4	Aspectos estéticos .....	69
4.4.1	Renders e ilustraciones.....	69
4.5	4.5 Desarrollo y validación de prototipo .....	70
4.6	Presupuesto .....	76
4.6.1	Precio del producto .....	77
4.7	Aspectos comunicacionales .....	78
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>79</b>
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>80</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>82</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Roderick Woods. (1996). Zona de riesgo de lesiones [Infografía]. QUT ePRINTS. <a href="https://eprints.qut.edu.au/12949/1/12949.pdf">https://eprints.qut.edu.au/12949/1/12949.pdf</a> .....	23
Figura 2 Asociación Española de Normalización. (2020). Diagrama de riesgo de lesiones de tres zonas (EN 17092-1:2020). .....	25
Figura 3 CTC Groupe. (2023). Machine d'abrasion par impact Darmstadt. Test d'essai physique pour vêtements moto. [Video]. YouTube.....	26
Figura 4 testextexile. (2019). Prueba de resistencia al desgarro: varios métodos de desgarro del mecanismo de desgarro. [Infografía]. TESTEX. 27	
Figura 5 Sioen Firefighter Clothing. (2021). Tear Strength Single Tear Method - EN ISO 13937-2. [Video]. YouTube. <a href="https://youtu.be/XT7BORX-SWA?si=hrQYMfH9Ouf3SqE2&amp;t=37">https://youtu.be/XT7BORX-SWA?si=hrQYMfH9Ouf3SqE2&amp;t=37</a> .....	28
Figura 6 PMJ - Unlimited Protection. (2014). PROMOJEANS Test resistenza taglio Twaron® - Test impact cut - EN13595-4:2002. [Video]. YouTube. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=YjQM9ALmJ8M">https://www.youtube.com/watch?v=YjQM9ALmJ8M</a> .....	29
Figura 7 Asociación Española de Normalización y Certificación. (2012). Definición de la zona de protección mediante tres dimensiones clave (UNE-EN 1621-1:2012).....	30
Figura 8 Asociación Española de Normalización y Certificación (2012). Plantilla con indicaciones de las zonas de ensayo. (UNE-EN 1621-1:2012) .....	33
Figura 9 Comme des Machines. (2018). Tejido del Proyecto Nora de Comme des Machines [Fotografía]. Vogue España. <a href="https://www.vogue.es/moda/tendencias/articulos/comme-des-machines-laboratorio-tres-dimensiones-3d-espana-bizkaia/32683">https://www.vogue.es/moda/tendencias/articulos/comme-des-machines-laboratorio-tres-dimensiones-3d-espana-bizkaia/32683</a> .....	35
Figura 10 Milan Gajic. (2022). Impresión 3D con malla textil incorporada [Fotografía]. Cults. <a href="https://cults3d.com/es/modelo-3d/moda/spikeymesh-3d-printing-with-embedded-fabric-mesh">https://cults3d.com/es/modelo-3d/moda/spikeymesh-3d-printing-with-embedded-fabric-mesh</a> .....	36
Figura 11 NASA/ JPL-Caltech. (2017). 'Space Fabric' desarrollada por la NASA con tecnología 3D. [Fotografía]. Jets Propulsion Laboratory. <a href="https://www.jpl.nasa.gov/news/space-fabric-links-fashion-and-engineering">https://www.jpl.nasa.gov/news/space-fabric-links-fashion-and-engineering</a> .....	37
Figura 12 Observación de motociclistas en las vías.....	54
Figura 13 Plano protectores de hombros. ....	57

Figura 14 Plano protectores de caderas. ....	58
Figura 15 Plano protectores de codos.....	58
Figura 16 Plano protector de espalda. ....	59
Figura 17 Planos módulos circulares. ....	60
Figura 18 Planos módulos hexagonales. ....	61
Figura 19 Resultados ensayo de abrasión en patrones hexagonales de PLA. ....	62
Figura 20 Resultados ensayo de abrasión en patrones circulares de PLA .....	63
Figura 21 Resultados ensayo de abrasión en patrones hexagonales de TPU. ....	63
Figura 22 Resultados ensayo de abrasión en patrones circulares de TPU .....	64
Figura 23 Muestra para simulación de ensayo de tracción. ....	65
Figura 24 Resultados simulación de ensayo de tracción en doble malla de crinolina.....	66
Figura 25 Resultados simulación de ensayo de tracción en malla de crinolina.....	66
Figura 26 Resultados simulación de ensayo de tracción en muestra impresa en malla crinolina. ....	67
Figura 27 Resultados prueba de impacto en módulos hexagonales .....	68
Figura 28 Render de la chaqueta en su vista frontal.....	69
Figura 29 Render de la chaqueta en su vista posterior.....	69
Figura 30 Posicionamiento del protector de espalda previo a la costura de los patrones de la chaqueta.....	70
Figura 31 Patronaje de la chaqueta. ....	71
Figura 32 Costura de los protectores a su base de cuerina. ....	71
Figura 33 Incorporación de cierres a los protectores. ....	72
Figura 34 Prueba de distribución de cinta reflectiva alrededor de los protectores. ....	73
Figura 35 Sesgo reflectivo alrededor de protector de codo.....	73
Figura 36 Sistema de cierre en protector de espalda.....	74
Figura 37 Prueba del prototipo en contexto de uso.....	74
Figura 38 Validación de luces y reflectores en contexto de uso.....	75
Figura 39 Validación de comodidad en contexto de uso.....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Dimensiones mínimas de zonas de protección (UNE-EN 1621-1:2012)	
.....	31
Tabla 2 Fuerza transmitida y niveles de rendimiento (UNE-EN 1621-1:2012).	33

# CAPÍTULO 1

## CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

En Ecuador, es una realidad que la cantidad de motos vendidas ha aumentado, en promedio, siete veces en la última década (El Comercio, 2020), ubicándose como el medio de transporte de preferencia de los ecuatorianos, incluso por encima de los vehículos convencionales. Según el Boletín Sector Automotor en Cifras elaborado por la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEDE), en el último año se registró la venta de 184 mil unidades de motos, una cifra mayor en comparación a los 123 mil vehículos vendidos en el mismo período.

Este incremento se ha convertido en una preocupación significativa en términos de seguridad vial, teniendo en cuenta que, si bien el uso de cascos como elemento de protección es de carácter obligatorio, la mayoría de los motoristas no emplea la protección adecuada en su uso cotidiano, volviéndose altamente vulnerables ante la alta cifra de accidentes que ocurren a diario en Ecuador (Primicias, 2023). El uso de únicamente el casco, aunque es un elemento esencial, no le ofrece al usuario una protección integral ante los riesgos asociados con los siniestros de tránsito (Hurren et al., 2022).

Por otro lado, es preciso destacar en esta sección la importancia de las técnicas de manufactura aditiva, las cuales han experimentado un avance significativo en diversos sectores, entre los cuales se encuentra la industria textil y de la moda. Es un hecho que la impresión 3D ha revolucionado la manera en

la que se diseñan y fabrican los productos, lo que ha permitido la elaboración de piezas altamente personalizadas y funcionales de una manera eficiente.

La combinación de estas tres realidades: el aumento de motociclistas en Ecuador, la poca seguridad vial y los avances de la manufactura aditiva en la industria textil, nos motivan a explorar la posibilidad de diseñar y desarrollar una chaqueta para motociclistas con partes fabricadas mediante impresión 3D. Esta propuesta no solo busca abordar las deficiencias en la protección de los motociclistas ecuatorianos, sino que también busca capitalizar los beneficios de la innovación tecnológica en la fabricación de indumentaria.

## **1.1 Definición de la propuesta / problema**

A menudo, los motociclistas que se desplazan diariamente en las vías no utilizan equipos de protección adecuados más allá del casco, lo que los expone a riesgos significativos en caso de accidentes de tránsito. Esta inadecuada protección puede dar lugar a lesiones graves. La propuesta de esta tesis aborda la problemática de la seguridad insuficiente de los motociclistas urbanos al diseñar chaquetas con patrones de protección impresa en 3D, lo que ofrece una solución más accesible y práctica para mejorar su seguridad en la carretera.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Principal**

Diseñar chaquetas para motociclistas con patrones de protección impresos en 3D en áreas críticas, con el propósito reducir la abrasión por impacto y proporcionar seguridad durante su desplazamiento diario en motocicleta.

### **1.2.2 Objetivos Secundarios**

- Diseñar y desarrollar prototipos de patrones de protección personalizados utilizando tecnología de impresión en 3D.
- Realizar pruebas de laboratorio y pruebas de campo para evaluar la eficacia de las chaquetas en términos de protección y comodidad.
- Proponer recomendaciones para la exitosa implementación de esta solución seguridad de en el mercado de vestimenta para motociclismo.

## **1.3 Justificación del proyecto**

Las motos son el medio de transporte más vendido dentro del territorio ecuatoriano, convirtiéndose en el vehículo preferido de muchas personas. Responde ventajosamente a las necesidades de movilización de los usuarios en los aspectos económicos, reducción de tiempos, accesibilidad y facilidad de mantenimiento.

Pese a que todos estos beneficios incentivan a muchos a decidirse por una moto, también son parte de los riesgos que las vuelven más vulnerables a siniestros de tránsito frente a otros vehículos.

Según la Agencia Nacional de Tránsito (ANT), en el presente año, se han presenciado un total de 15,453 accidentes de tránsito en el país. Según su portal web *Visor de Siniestralidad Nacional*, los accidentes en moto representan el 30.98% del total de incidentes, con un total de 4,787 casos registrados. Esta cifra sitúa a las motocicletas como el principal protagonista de los incidentes viales; seguidas por los automóviles, que reflejan un 20.07% en los resultados presentados. Cabe mencionar que, lastimosamente, las estadísticas indican que 4,259 motociclistas han resultado lesionados tras estos percances.

#### **1.4 Grupo objetivo / beneficiarios**

El grupo objetivo de nuestro proyecto son los motociclistas ecuatorianos que, a pesar del aumento significativo en el uso de motocicletas, no utilizan la protección adecuada más allá del casco. Nos dirigimos específicamente a aquellos que pueden no estar al tanto de las opciones de protección disponibles o que encuentran limitaciones en la comodidad de las prendas convencionales. Nuestro enfoque se centra en comprender y atender las necesidades de este grupo, desarrollando una chaqueta de protección innovadora que no solo garantice la seguridad integral, sino que también se adapte a las condiciones y preferencias específicas del contexto ecuatoriano.

# CAPÍTULO 2

## CAPÍTULO 2: MARCO REFERENCIAL: ESTADO DEL ARTE

### 2.1 Ropa de Protección para motociclistas profesionales en la Norma UNE-EN 17092

Esta norma surge en reemplazo a la anterior UNE-EN 13595, la cual rigió hasta el pasado septiembre de 2022. Su principal actualización, respecto a su predecesora, es la flexibilidad que esta aporta en cuanto a las incompatibilidades entre la relación protección/comodidad que debían cumplir los equipos de protección para motociclistas.

En esta directriz, los niveles de protección son mejor adaptados a las diferentes partes del cuerpo para proteger al máximo las zonas críticas, llegar a una adaptación óptima en zonas a veces expuestas y optar por una mayor comodidad en el resto de las zonas menos expuestas por el equipo de protección.

La actualización de la normativa es de suma importancia al pensar en la usabilidad de los equipos; puesto que, una prenda que sea protectora pero incómoda solo estará destinada para quedarse guardada en el armario del usuario.

Es importante tener en cuenta que la norma EN 17092 garantiza protección ante diversos aspectos como la abrasión, la resistencia de las costuras, la capacidad de resistencia al desgarró, entre otros. No solo se ocupa de evaluar aspectos técnicos, sino que también considera factores cotidianos como la

estabilidad del tejido, es decir, la posibilidad de contracción durante el lavado o la limpieza en tintorería, la ergonomía, el ajuste, la seguridad química, y la resistencia a lo largo del tiempo.

## **2.1.1 Clasificación de las Prendas según su Nivel de Rendimiento**

### **2.1.1.1 Prendas Clase AAA (EN 17092-2:2020)**

Esta clasificación está destinada para EPI utilizados en circuitos y pistas de carreras de motocicletas. Es el nivel más alto de protección que se puede probar a la fecha, el cual sacrifica en gran medida a la comodidad del portador mas no la ergonomía.

Los equipos que ingresan en esta categoría brindan una alta protección ante deslizamientos y caídas sobre asfalto a muy altas velocidades. Para estas prendas se utilizan materiales y estructuras que resistan tanto límites térmicos como esfuerzos y suelen tener restricciones en cuanto a peso del motorista y las actividades que se pueden realizar mientras se tengan equipados los equipos.

### **2.1.1.2 Prendas Clase AA (EN 17092-3:2020)**

Destinado para uso en carreteras y vías rápidas, esta clasificación nos brinda una relación equilibrada entre protección y comodidad. Estas prendas permiten una mayor movilidad y tolerancia a diferentes tipos de cuerpos gracias a la reducción del área que abarcan los protectores en las zonas críticas.

### **2.1.1.3 Prendas Clase A (EN 17092-4:2020)**

Este tipo de ropa proporciona la máxima comodidad para el motociclista gracias a sus mínimas restricciones en cuanto a ergonomía y peso. Son las prendas más ligeras y son ideales para climas templados y cálidos, además de funcionar bien como complemento junto con otras prendas.

Por esta razón, esta categoría de prendas ofrece el grado mínimo de protección, tanto contra impactos como abrasiones, siendo menos exigentes en comparación con las clases mencionadas anteriormente.

### **2.1.1.4 Prendas Clase B (EN 17092-5:2020)**

Las prendas de la Clase B únicamente ofrecen protección contra las abrasiones y no proporcionan protección contra impactos, por lo que es recomendable acompañarlas de con protectores (EN 1621) o con prendas de Clase C.

### **2.1.1.5 Prendas Clase C (EN 17092-6:2020)**

Las prendas de la Clase C solo brindan protección contra impactos en las áreas cubiertas por protectores (EN 1621) y están diseñadas para usarse en combinación con otras prendas de las diferentes clases para complementar la protección brindada. Este tipo de ropa no ofrece ningún tipo de protección contra la abrasión debido a su diseño reducido y específico, restringido a las Zonas de Categorías de Riesgo. Son muy utilizadas en los mercados de Trail Off-Road y Motocross, donde la protección contra impactos en extremidades y la parte superior del cuerpo a menudo se proporciona mediante prendas independientes.

Esta categoría tiene su propia subclasificación según el modo de uso, ya sea como ropa interior (U) o como exterior (O); tomando así las designaciones CU o CO respectivamente.

### **2.1.2 Zonas de Categorías de Riesgo**

Las actuales pruebas de las normas de la UE se basan en gran medida en el trabajo de Roderick I. Woods, quien publicó una especificación para la ropa de protección de motociclistas en la que definía el riesgo de lesiones y los requisitos de protección para cada parte del cuerpo.

En su obra, *The Cambridge Standard* (1996), se menciona que estas especificaciones se basan en el análisis de 100 trajes de motociclista dañados por colisiones, y las especificaciones resultantes se probaron en un maniquí en incidentes de colisión simulados. La norma se basa en cuatro niveles de riesgo de impacto que fueron identificados mediante la representación gráfica de la distribución de lesiones en motoristas accidentados y daño en la ropa tras las simulaciones, las cuales se muestran en la Figura 1.

- Zone 1 High risk - needs impact protectors & high abrasion resistance
- Zone 2. High risk - needs high abrasion resistance
- Zone 3. Moderate risk - moderate abrasion resistance
- Zone 4 Relatively low risk.

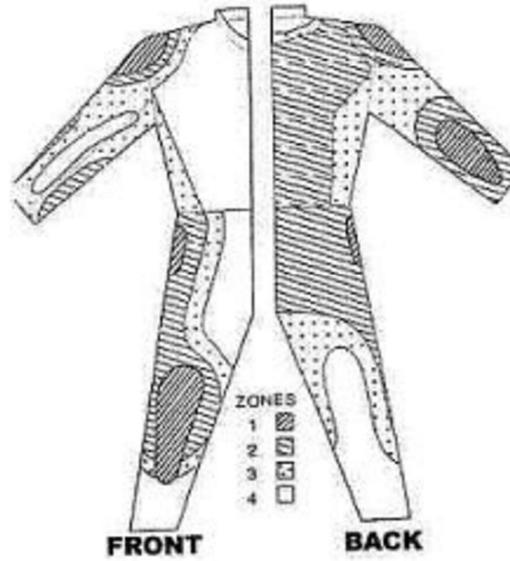


Figura 1 Roderick Woods. (1996). Zona de riesgo de lesiones [Infografía]. QUT ePRINTS. <https://eprints.qut.edu.au/12949/1/12949.pdf>

*The Cambridge Standard* (1996), se convirtió en un modelo para el desarrollo del *European Standard* EN 13595:2002, que aborda chaquetas, pantalones y trajes de una o dos piezas para motociclistas profesionales. Este estándar hace referencia, de igual manera, a las 4 zonas establecidas previamente por Woods.

En 2020, con el lanzamiento de la norma actualizada para chaquetas y pantalones de motocicleta (EN 17092:2020), la Unión Europea redujo de cuatro a tres las zonas de riesgo de impacto.

Cada una de estas zonas riesgo se define en función de la probabilidad de que el área específica de la prenda experimente tensiones mecánicas en caso de un accidente y varían dependiendo de la clasificación según el Nivel de Rendimiento

de cada prenda, como se muestra en la Figura 2. Estas se detallan a continuación:

#### **2.1.2.1 Zona 1: Alto riesgo de lesiones por impacto y abrasión**

La Zona 1 debe contar con protectores diseñados para absorber impactos. Los hombros, codos, caderas y rodillas son las áreas que entran dentro de esta clasificación, ya que son las partes del cuerpo del motociclista más expuestas a fuerzas directas de alto impacto y abrasión.

#### **2.1.2.2 Zona 2: Riesgo moderado de lesiones por abrasión**

La Zona 2 se encuentra contorneando a la Zona 1, presentando un riesgo igualmente alto de abrasión, ruptura y cortaduras, pero con menos riesgo de impactos directos en las articulaciones esqueléticas claves mencionadas en la clasificación anterior.

#### **2.1.2.3 Zona 3: Riesgo leve de lesiones por abrasión**

La Zona 3 requiere niveles sucesivamente más bajos de protección contra la abrasión, la rotura y los cortes. El menor riesgo permite incorporar elementos de estiramiento y ventilación en la prenda para garantizar su comodidad durante el uso. Las áreas protegidas en estas zonas abarcan la longitud del pecho, la espalda y las partes internas de las piernas y brazos del motociclista.

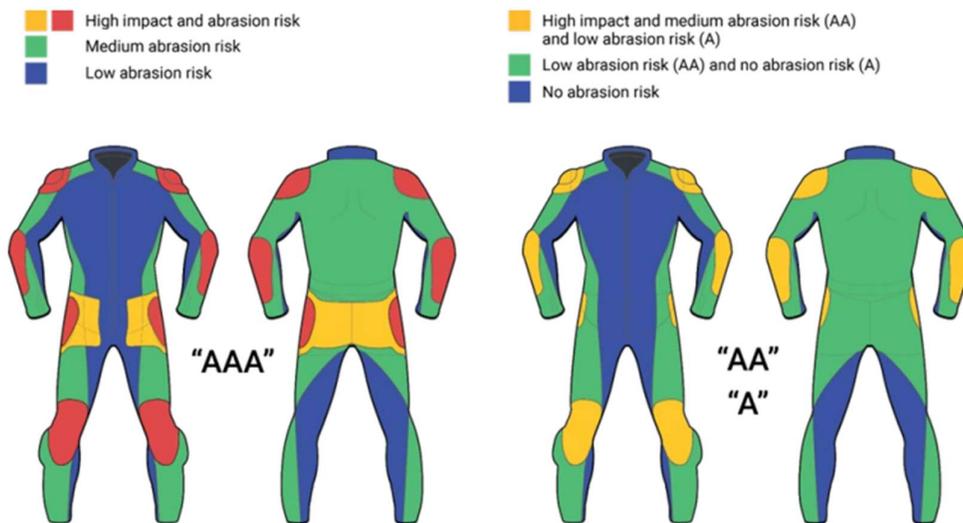


Figura 2 Asociación Española de Normalización. (2020). Diagrama de riesgo de lesiones de tres zonas (EN 17092-1:2020).

### 2.1.3 Ensayos de laboratorio para garantizar calidad y durabilidad

En las directivas se exponen las pruebas específicas requeridas que deben cumplir estos productos para poder obtener una certificación CE. En ella se indica cuáles son las pruebas y cómo deben ser llevadas a cabo para catalogar correctamente las prendas de protección.

#### 2.1.3.1 Resistencia a la abrasión

Anteriormente, la resistencia a la abrasión era evaluada mediante el Máquina de Prueba Cambridge (CAM, por sus siglas en inglés); sin embargo, desde la actualización de la norma EN 17092, el método para evaluar la resistencia a la abrasión pasa a ser el Método de Abrasión Darmstadt (DAM, por sus siglas en inglés). La máquina de ensayo que realiza esta prueba también es conocida como Probador Avanzado de Resistencia a la Abrasión (AART, por sus siglas en inglés).

El método DAM utiliza un criterio de aprobación o rechazo determinado por la formación de un agujero de 5mm o más. La prueba deja caer una muestra de prueba no impulsada sobre una superficie de abrasión de concreto a una velocidad establecida y permite que se desacelere hasta detenerse por fricción (Figura 3) (Hurren et al., 2022).



Figura 3 CTC Groupe. (2023). Machine d'abrasion par impact Darmstadt. Test d'essai physique pour vêtements moto. [Video]. YouTube. <https://youtu.be/0qkF-SynZJ0?si=OBKan9fGplk87L-b&t=43>

Dependiendo de la clasificación de la zona y la clase de certificación deseada (AAA, AA, A o B), la muestra del material debe pasar la prueba de abrasión por diferentes velocidades iniciales.

### **2.1.3.2 Resistencia al desgarro**

La norma europea EN 17092 indica que, durante las pruebas de resistencia a la rotura, se deben emplear los métodos indicados en las normas

ISO 3377-1:2011 y ISO 4674-1:2016 para cuero y materiales distintos al cuero, respectivamente.

Para textiles tipo cuero, se recortan las muestras siguiendo el método de “una sola lengua”; mientras que, para los otros tipos de textiles, se utiliza el método de “doble lengua”, tal como se aprecia en la Figura 4.

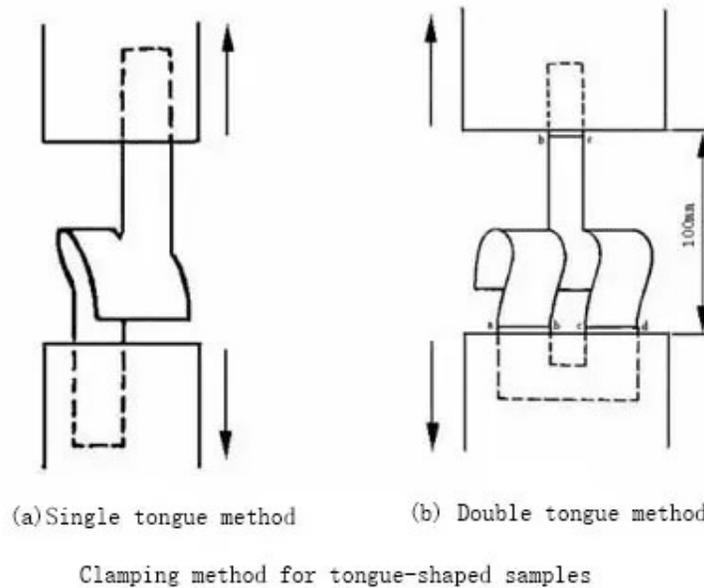


Figura 4 testextextile. (2019). Prueba de resistencia al desgarro: varios métodos de desgarro del mecanismo de desgarre. [Infografía]. TESTEX. <https://www.testextextile.com/es/Prueba-de-resistencia-al-desgarro-Varios-m%C3%A9todos-de-desgarro-del-mecanismo-de-des>

Las medidas de las muestras se detallan rigurosamente en el estándar previamente mencionado, dependiendo del tipo de textil a evaluar.

Para llevar a cabo esta prueba, se sujeta cada una de las lenguas partes a las mordazas de la máquina de prueba (Figura 5) y se la somete a una carga de tracción mediante una fuerza controlada entre los 500 N, 1000 N o 2000 N,

dependiendo la resistencia de las telas, a una velocidad de 100 mm/min, según el estándar.

La fuerza registrada que logre un completo desgarró en el material será la medida que cuantifique la resistencia al desgarró de este.



Figura 5 Sioen Firefighter Clothing. (2021). Tear Strength Single Tear Method - EN ISO 13937-2. [Video]. YouTube. <https://youtu.be/XT7BORX-SWA?si=hrQYMfH9Ouf3SqE2&t=37>

### **2.1.3.3 Resistencia al corte por impacto**

La resistencia al corte por impacto es la capacidad que tienen los materiales textiles de proteger al usuario de posibles cortes o lesiones cuando estos han sido impactados por objetos afilados. A pesar de que la norma EN 17092 no mida la resistencia al corte de los materiales utilizados en ropa para motociclistas, esta propiedad mecánica si llegó a formar parte de la norma antecesora, EN 13595-4:2002 (Hurren et al., 2022).

En dicho estándar, se citaban las especificaciones de velocidad y profundidad de penetración de la cuchilla en el textil para determinar la resistencia de este. Este ensayo debía ser ejercido en cada una de las 4 zonas de la prenda (2.1.2) a respectivas velocidades de impacto dependiendo el grado de protección de estas. En las muestras para las zonas 3 y 4, se utiliza el método 1. Este consiste en liberar la cuchilla de la máquina de prueba (Figura 6) a una velocidad de 2 m/s desde una altura de 20 cm. Por otro lado, el método 2 es utilizado en muestras de las zonas 1 y 2, donde la cuchilla es liberada a 2.8 m/s a 40 cm de la muestra (EN, 2002).

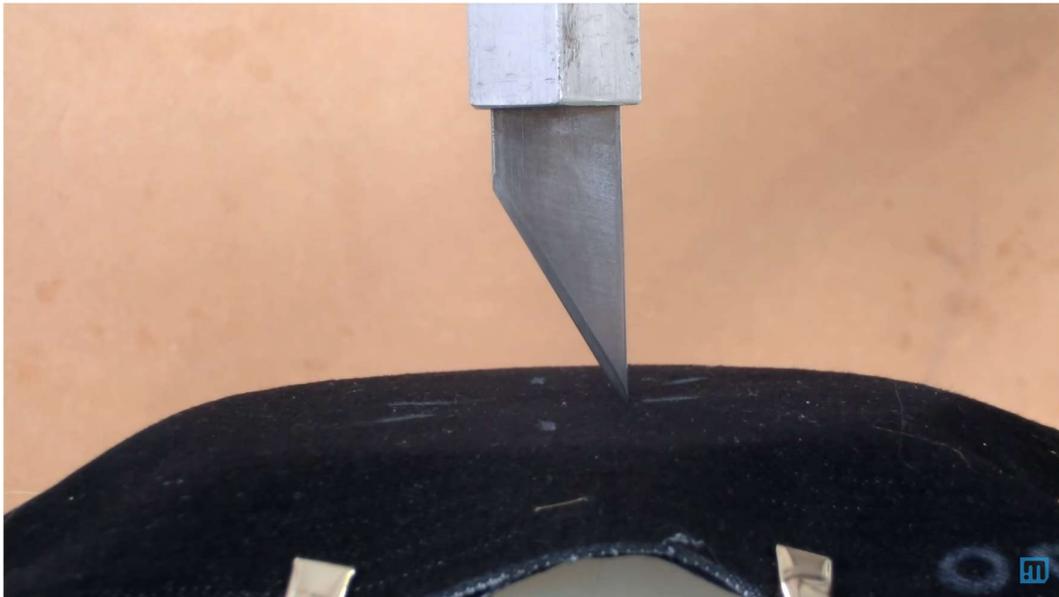


Figura 6 PMJ - Unlimited Protection. (2014). PROMOJEANS Test resistencia taglio Twaron® - Test impact cut - EN13595-4:2002. [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=YjQM9ALmJ8M>

## 2.2 Protectores y Equipos de Protección (EPI) para motoristas en la Norma UNE-EN 1621

Esta norma europea detalla los requisitos y procedimientos de prueba aplicables a los protectores contra impactos en las articulaciones que están integrados o previstos para su integración en prendas de vestir para motociclistas, o que son utilizados como elementos independientes. Los protectores que cumplan con los requisitos expuestos bajo esta norma aportarán cierta protección contra las posibles lesiones que puedan ocurrir al momento de un impacto con el asfalto al momento de un accidente de tránsito.

Inicialmente, los protectores pueden dividirse en dos tipos:

**Protectores tipo A:** Son más pequeños y normalmente son indicados para motociclistas de estaturas y tallas pequeñas a medianas, y;

**Protectores tipo B:** Son más grandes e indicados para motociclistas de mayor estatura y hombres de talla grande, aunque algunos motociclistas más altos y corpulentos pueden encontrar que incluso los protectores Tipo B ofrecen una cobertura protectora marginal o insuficiente. (Figura 7) (Tabla 1).

A pesar de estar definida esta clasificación, no es restrictivo el uso de un protector u otro para el tipo de cuerpo indicado en su definición.

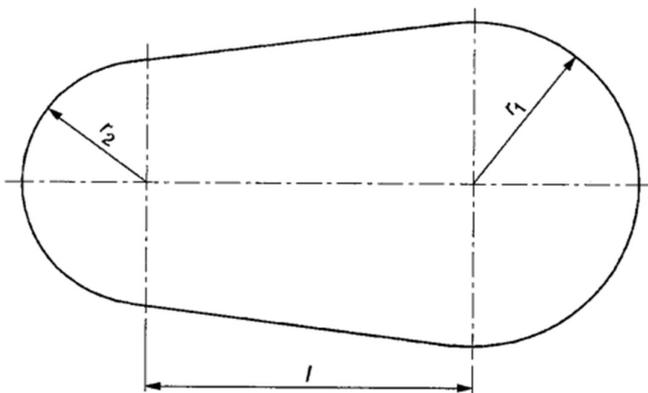


Figura 7 Asociación Española de Normalización y Certificación. (2012). Definición de la zona de protección mediante tres dimensiones clave (UNE-EN 1621-1:2012)

Tabla 1 Dimensiones mínimas de zonas de protección (UNE-EN 1621-1:2012)

Protector	Protector tipo A mm			Protector tipo B mm		
	$r_1$	$r_2$	$l$	$r_1$	$r_2$	$l$
<i>S</i>	55	32	64	70	40	80
<i>E</i>	45	24	118	50	30	150
<i>K</i>	55	24	100	70	30	130
<i>H</i>	35	26	70	44	33	88
<i>L</i>	32	24	64	40	30	80
<i>K + L</i>	55	24	185	70	30	240

### 2.2.1 Niveles de rendimiento para Protectores contra impactos

Esta normativa define dos niveles de rendimiento para poder satisfacer a las demandas de los usuarios en términos de comodidad o de protección al momento de atenuar impactos.

Estos niveles son establecidos dependiendo de la cantidad de fuerza transmitida luego de ser golpeado por el equipo de caída en sus 3 diferentes zonas de impacto; las cuales son 3 y resultan del desplazamiento interno de 1/3 del valor de los radios del perímetro que dan forma al protector (Figura 8) (Tabla 2). Siendo el área más interna la que debe soportar el mayor estrés post impacto y el área de los bordes la que menos fuerza debe absorber.

La norma EN 1621-1:2012 requiere que el etiquetado proporcione información sobre el rendimiento del protector y debe estar permanentemente adherido al protector de impacto (Anexo 1 Etiquetado específico para Chaquetas de Protección para Motociclistas bajo la Certificación CE. Obtenido de: [https://www.revitsport.com/es\\_es/centro-de-aprendizaje/revit-certificacion-ce.](https://www.revitsport.com/es_es/centro-de-aprendizaje/revit-certificacion-ce.) ).

### **2.2.1.1 Nivel 1 de protección**

Según la Guía para el Diseño y la Fabricación de Ropa Protectora (2022), los protectores de impacto de nivel 1 requieren una fuerza de atenuación promedio por debajo de 35 kN y ningún impacto individual por encima de 50 kN para obtener la certificación CE.

Este nivel concede al conductor una protección útil en el caso de accidentes mientras se mantiene un óptimo grado de comodidad mientras se utiliza el EPP, catalogándose este como un producto de rendimiento inferior.

### **2.2.1.2 Nivel 2 de protección**

Los protectores de impacto de nivel 2 requieren una fuerza de atenuación promedio por debajo de 20 kN y ningún impacto individual por encima de 30 kN para obtener la certificación.

## **2.2.2 Ensayos de laboratorio para garantizar protección**

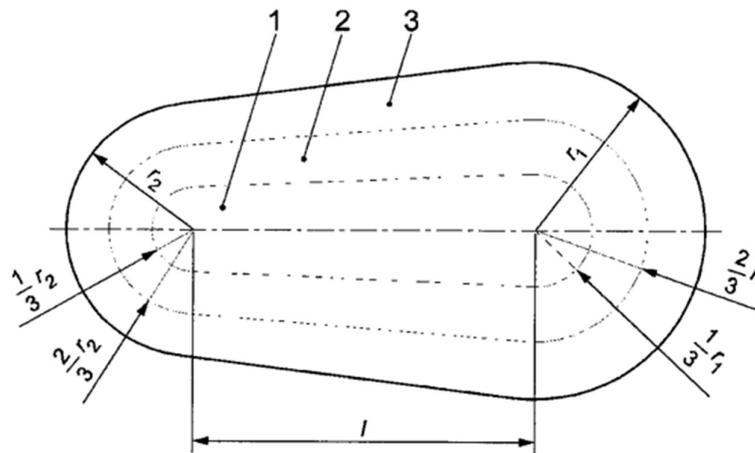
En 1998, el Comité Europeo de Normalización (CEN), publicó la norma EN 1621-1:1998 para la ropa de protección de motoristas contra impactos mecánicos. Basándose en las cuatro zonas de riesgo de impacto de Wood, la norma europea indicaba que los protectores de impacto estuvieran en la Zona 1, con la transmisión máxima promedio de fuerza no superando los 35 kN.

En el momento de redacción, la edición más reciente de esta norma es EN 1621:1:2012.

### 2.2.2.1 Ensayo de impacto (Absorción de energía)

Para esta prueba, un golpeador de caída o yunque de acero pulido de 5 kg se deja caer siguiendo un trayecto vertical con una energía de 50 kJ en cada una de las zonas de ensayo (Figura 8) de la muestra a analizar.

El yunque debe ir montado de tal manera que toda la fuerza pase a través de un transductor de fuerza que recolecte, por medio de un amplificador de carga, la respuesta de la energía residual del impacto.



Leyenda

- 1 Zona de ensayo A
- 2 Zona de ensayo B
- 3 Zona de ensayo C

Figura 8 Asociación Española de Normalización y Certificación (2012). Plantilla con indicaciones de las zonas de ensayo. (UNE-EN 1621-1:2012)

Tabla 2 Fuerza transmitida y niveles de rendimiento (UNE-EN 1621-1:2012)

	Nivel 1	Nivel 2
Valor medio total	≤ 35 kN	≤ 20 kN
Zona de golpeo separada A <sup>a</sup>	≤ 35 kN	≤ 20 kN
Zona de golpeo separada B <sup>a</sup> y C <sup>a</sup>	≤ 50 kN	≤ 30 kN

<sup>a</sup> Las zonas A, B y C se corresponden con las zonas de la figura 3.

## **2.3 Manufactura aditiva en la Industria Textil**

La industria textil y de la moda ha experimentado una evolución significativa, en gran medida gracias a la implementación de nuevas técnicas de fabricación, siendo la impresión 3D una de las más destacadas. Según el Informe de Tendencias de la Impresión 3D de 2023, elaborado por HUBS, el impacto de la impresión 3D en la moda está ganando terreno.

En esta industria, la manufactura aditiva no tan solo permite mayor libertad en el diseño, pero personalización absoluta y un menor desperdicio de materiales.

Destacados diseñadores, tales como Julia Koerner, Bastian Müller y Zac Posen han incursionado en la exploración de textiles impresos en 3D, presentando sus creaciones en eventos de renombre como la Semana de la Moda en París o la Gala del MET (Anexo 2).

### **2.3.1 Técnicas de impresión en textil**

Existen diversas técnicas para fusionar el mundo de la moda con la manufactura aditiva, entre las cuales destacamos tres para un potencial uso futuro en este proyecto: la técnica de impresión sobre tela, la técnica de tejido de trama y cota de malla.

#### **2.3.1.1 Tejido de trama**

Esta técnica implica la utilización de tramas diseñadas mediante un software de Diseño Asistido por Computador (CAD). Se trata de un diseño que

debe tener milímetros de grosor para lograr un tejido con caída, flexibilidad y elasticidad que simule la textura de un textil.

Debido a que se trata de un tejido generado completamente por computador, esta técnica posibilita la creación de piezas complejas y únicas sin generar residuos. Un ejemplo de aplicación exitosa de ese sistema de impresión es el trabajo llevado a cabo por el laboratorio español Comme des Machines, que ha desarrollado encajes impresos en FilaFlex, ilustrado en la Figura 9.

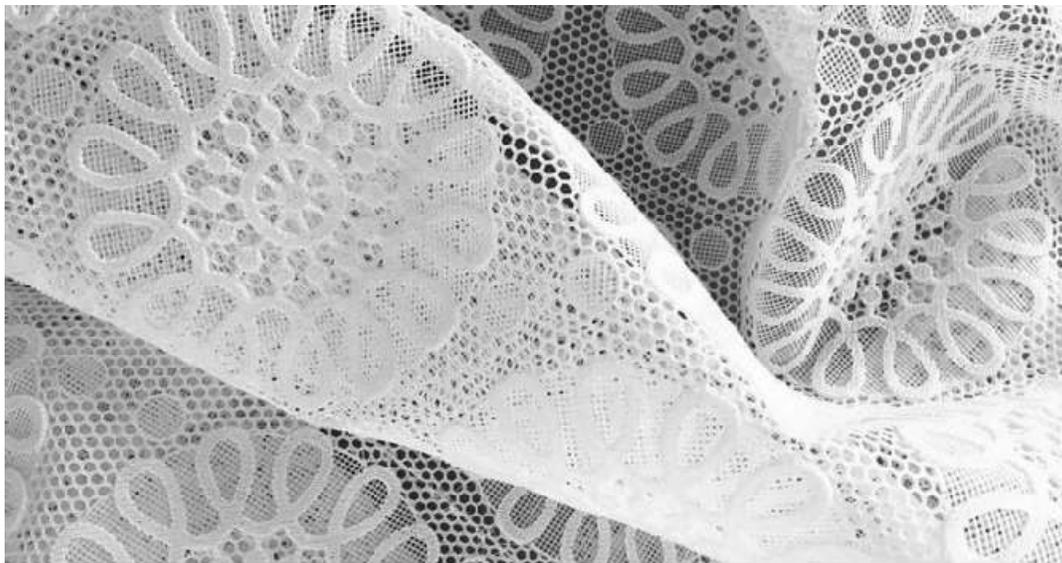


Figura 9 Comme des Machines. (2018). Tejido del Proyecto Nora de Comme des Machines [Fotografía]. Vogue España. <https://www.vogue.es/moda/tendencias/articulos/comme-des-machines-laboratorio-tres-dimensiones-3d-espana-bizkaia/32683>

### **2.3.1.2 Impresión 3D sobre textil**

Esta técnica combina la versatilidad del textil con la innovación de la manufactura aditiva. Se lleva a cabo la impresión directamente sobre una tela específica que debe ser tipo malla, para facilitar la integración del filamento con la trama, dando lugar a texturas altamente personalizables. Esta técnica permite

crear piezas flexibles y con movimiento independientemente de la rigidez del material impreso (Figura 10).

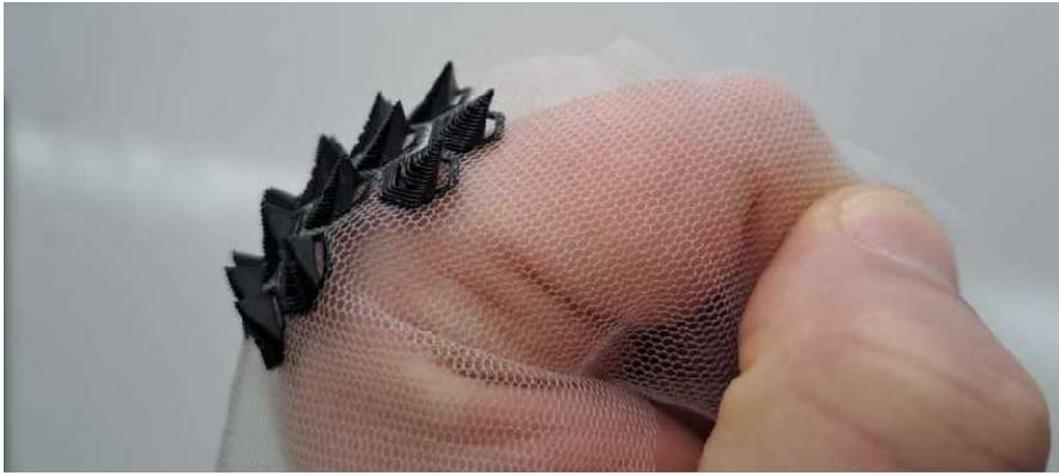


Figura 10 Milan Gajic. (2022). Impresión 3D con malla textil incorporada [Fotografía]. Cults. <https://cults3d.com/es/modelo-3d/moda/spikeymesh-3d-printing-with-embedded-fabric-mesh>

### **2.3.1.3 Cota de malla**

Al igual que la técnica de impresión 3D aplicada sobre textiles, la técnica de cota de malla posibilita la creación piezas con movimiento y flexibilidad. Esta técnica, desarrollada por la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA), consiste en la impresión de miles de partes entrelazadas, configuradas de manera análoga a una cadena, como se ilustra en la Figura 11.

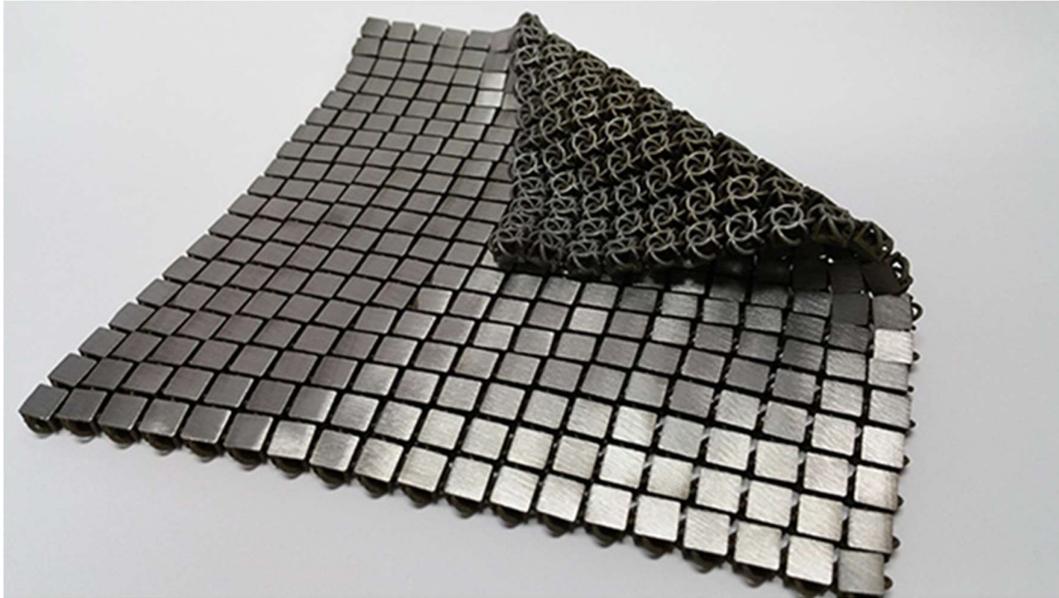


Figura 11 NASA/ JPL-Caltech. (2017). 'Space Fabric' desarrollada por la NASA con tecnología 3D. [Fotografía]. Jets Propulsion Laboratory. <https://www.jpl.nasa.gov/news/space-fabric-links-fashion-and-engineering>

### **2.3.2 La impresión 3D en Equipos de Protección Personal (EPP).**

Cuando nos referimos a Equipos de Protección Personal (EPP), estamos aludiendo a todo el equipo que pueda ser usado para minimizar el riesgo al que estamos expuestos en casos de accidentes ya sean laborales, por deporte, actividades, entre otros.

Las industrias del deporte y la recreación ya han implementado equipos de protección personal usando manufactura aditiva. A continuación, se destacan algunos ejemplos:

**Yuefeng Zhou, Zhecheng Xu and Haiwei Wang:** Estos tres diseñadores desarrollaron un casco impreso en 3D utilizando la estructura de Voronoi. Esta

técnica de manufactura resultó en un casco que ofrece una mayor protección con un menor peso. Se emplearon materiales como carbono Kevlar, resina de fibra de vidrio y revestimiento de poliestireno.

**Raptor:** Esta marca ha creado una máscara impresa en 3D con el objetivo de reducir las lesiones faciales a las que pueden estar expuestos los atletas en caso de accidentes. Este producto se ha fabricado con un compuesto de carbono ligero de alta resistencia.

**Hexr:** Esta empresa ha ganado reconocimiento por introducir en el mercado un casco para ciclistas impreso en 3D. Se trata de un diseño biomimético que incorpora la estructura de un panal de abejas con el fin de distribuir las fuerzas generadas por el impacto.

### **2.3.3 Exploración de filamentos dentro de la Industria Textil**

La tecnología utilizada en la impresión 3D se basa en el principio de Modelado por Deposición Fundida (FDM). Este método crea objetos de diversas complejidades mediante la deposición de plástico fundido, que se expulsa o extruye a través de una boquilla; todo esto mediante un proceso de adición del material a través de capas sucesivas. El material utilizado para producir el prototipo es un filamento de plástico, inicialmente enrollado en una bobina y desenrollado para suministrar material a la boquilla de extrusión de la impresora (Fonda, 2014).

El técnico en tecnologías FabLab, Carlo Fonda (2014), indica que “esta tecnología es ampliamente usada en joyería, zapatería, diseño industrial, arquitectura, ingeniería y construcción, industria automotriz, aeroespacial, dental y médica, educación, sistemas de información geográfica y para otras muchas aplicaciones profesionales que se añaden a esta lista cada año” (p. 3), por lo tanto es una técnica de fabricación que está en alta demanda y fuerte tendencia de aumento de incorporación en las Industrias.

Al imprimir en 3D, es fundamental considerar tanto las ventajas como las desventajas inherentes a los filamentos utilizados, sin perder de vista las técnicas de impresión específicas que deben aplicarse a cada uno de estos; a continuación, detallamos algunas opciones que pueden ser consideradas apropiadas en el momento de prototipar para futuras adaptaciones a la industria de la seguridad vial:

### **2.3.3.1 Ácido Poliláctico (PLA)**

El PLA es el material más popular en el mundo de la impresión FDM debido a su facilidad y velocidad de impresión. Ofrece una estabilidad notable durante todo el proceso de deposición de material en las capas. Además, no emite gases peligrosos ni produce olores desagradables al fundirse, ya que se trata de un plástico biodegradable derivado del almidón (como el de maíz o trigo). Este componente lo convierte en una elección sostenible al ser un recurso renovable, orgánico y altamente reciclable (impresoras3d.com, 2018).

Sin embargo, su misma procedencia orgánica hace de este material una opción con poca resistencia térmica, ya se cede al ser expuesto a temperaturas

de 60 °C en adelante. Adicional, no es la opción que ofrezca las mejores propiedades mecánicas debido a su alta fragilidad.

Esta opción es la indicada para realizar experimentación en maquetas y prototipos por su facilidad de uso, pero no es recomendado para una aplicación más profesional.

### **2.3.3.2 Poliuretano Termoplástico (TPU)**

El filamento de TPU es un material flexible que combina lo mejor del plástico y del caucho. Su elasticidad lo convierte en un material idóneo para aplicarlo en productos destinados a soportar tanto impactos como cargas, acompañado también de una considerable capacidad de absorción de energía tras impactos.

La misma característica elástica del material favorece una óptima adherencia entre capas al momento de imprimirse; sin embargo, esta misma propiedad le juega en contra al momento de configurar la impresora para su deposición. El TPU requiere de ajustes especiales en cuanto a temperatura, retracción y velocidad de impresión para así evitar taponamientos en los conductos y boquilla de las máquinas (León et al., 2019).

### **2.3.3.3 Tereftalato de Polietileno Glicol (PETG)**

Este material es una variante al PET tradicional ya que se le añade Glicol para mejorar sus propiedades mecánicas y mejorar la experiencia al momento de utilizarlo en la impresión 3d.

A pesar de ser un filamento coloreado, presenta una alta transparencia. Además, exhibe una resistencia excepcional al desgaste y la corrosión, junto con buenas propiedades químicas y estabilidad térmica. La resistencia a impactos, impermeabilidad y capacidad para resistir esfuerzos permanentes (flexibilidad) lo posicionan como una elección versátil de alta durabilidad y firmeza. Su baja absorción de humedad y capacidad de mecanizado contribuyen a su rendimiento superior. Adicional, muestra una alta resistencia a ácidos, bases y grasas (impresoras3d.com, 2018).

Sin embargo, el PET presenta algunas desventajas para tener en cuenta. Se vuelve más blando a partir de los 80°C, lo que puede limitar su aplicación en entornos de alta temperatura. Además, es un material mucha más denso que, aunque no complica el proceso de impresión, puede generar un mayor desprendimiento de hilo durante la extrusión, a menos que se configure de manera adecuada. El uso de un ventilador de capa al máximo puede afectar la adherencia entre capas; sin embargo, no es recomendable la omisión de este apoyo puesto que es un material que desprende gases que, de ser utilizado en un espacio cerrado, pueden llegar a ser levemente tóxicos. Por lo tanto, se aconseja el uso de adhesivos para mejorar la adherencia en la impresión con PET (impresoras3d.com, 2018).

Este material es una buena opción si se aplica en piezas que requieran de una buena resistencia a impactos pero que no requieran de flexibilidad en su desempeño. También es adecuado para la fabricación de elementos traslúcidos o para la fabricación de recipientes destinados al contacto de alimentos mas no su sometimiento al calor.

#### **2.3.3.4 Poliamida o Nylon 645 (PA-Nylon)**

El Nylon es un polímero con enlaces tipo amida, los cuales le otorgan su nombre. Este filamento otorga flexibilidad, ligereza y alta resistencia química. Presenta un bajo coeficiente de fricción, volviéndose un material predilecto para la impresión de engranajes o piezas que se encuentren en constante rotación y roce.

En cuanto a su calidad de impresión, el uso de este material aporta un acabado pulido y suave. A pesar de su alta temperatura de fundición, no desprende olores ni vapores, autorizando su uso en espacios tanto abiertos como limitados.

La mayor desventaja del filamento de Nylon es su alta predisposición a la absorción de humedad, por lo que es recomendable mantener el material sellado y de ser posible, acompañar su uso con un secador de filamento. Este dispositivo no solo protegerá el material de la intemperie, sino que permitirá precalentar el filamento antes de la impresión, lo que permitirá mejor sus propiedades de adhesión y resistencia del producto final (impresoras3d.com, 2018).

#### **2.4 Recomendaciones para la manufactura de prendas para motociclistas**

Según la Guía para el Diseño y Fabricación de Ropa Protectora (2022), la tela exterior desempeña un papel importante en el rendimiento protector de las telas interiores. Las telas de mezclilla son el material de revestimiento exterior más comúnmente utilizado con telas internas protectoras.

Las telas de mezclilla con una resistencia a la rotura superior a 80 N y con una masa de tela de 350 g/m<sup>2</sup> o superior son ideales para emplearlos en

productos de protección. Se pueden agregar fibras de viscosa y poliéster de alta tenacidad para aumentar la resistencia de la mezclilla.

#### **2.4.1 Introducción de nuevos materiales y tejidos en EPP según la Guía para el Diseño y Fabricación de Ropa Protectora**

Hurren et al. (2022) menciona que los motociclistas suelen asumir incorrectamente que la protección solo puede provenir de fibras de alto rendimiento, resultado de afirmaciones de marketing que utilizan términos como 'nylon a prueba de balas' e ideas publicitarias de métodos de prueba inapropiados y exagerados, como colgar automóviles de un par de pantalones.

Fibras de rendimiento inferior pueden sustituir a las más caras de mejor rendimiento cuando el material o la prenda tienen una estructura óptima. Por ejemplo, capas dobles de un material de revestimiento más ligero proporcionarán una resistencia a la abrasión sustancialmente mayor que una sola capa más pesada del mismo material. Cambiar a un tipo de fibra diferente requerirá una estricta verificación de la resistencia a la abrasión, junto con una dirección de marketing correcta para asegurarle al cliente que el producto es protector.

La aceptación de materiales nuevos y poco familiares puede representar un desafío tanto para los fabricantes de ropa para motociclistas como para sus clientes, pero dependerá de una comercialización efectiva y del uso de esquemas de evaluación cuantitativa, como los estándares europeos, mencionados al inicio de este capítulo, y MotoCAP.

## **2.4.2 Exploración de formas estructurales para su adaptación en EPP**

### **2.4.2.1 Patrones hexagonales**

La geometría hexagonal se ha destacado como una herramienta eficiente en el diseño de estructuras en diversos campos. Su capacidad de lograr una distribución uniforme de tensiones y cargas en la estructura permite brindar mayor resistencia y durabilidad. Además, el hexágono destaca como uno de los pocos polígonos regulares que pueden repetirse indefinidamente sin generar espacios vacíos ni superposiciones, lo que lo convierte en una elección idónea para la creación de patrones y diseños dinámicos y atractivos (Herrero, 2023).

En el apartado 2.3.2 se menciona el trabajo de la marca HEXR, que fabrica cascos para ciclistas mediante la técnica *Multi Jet Fusion* (MJK), un tipo de impresión 3D especializada para piezas automovilísticas y aparatos ortopédicos (Kauppila, 2023).

La búsqueda de formas estructurales eficientes para cascos se ha centrado en su capacidad de absorción de energía, y los métodos de diseño tradicionales toman como premisa los ensayos de laboratorio donde la energía es sometida a muestras que tienen una superficie de contacto constante. Sin embargo, esto no se cumple en el caso de una superficie curva, como la cabeza humana. Ese es el motivo que impulsó a la marca a fusionar el diseño e impresión 3D para adaptar una estructura hexagonal al diseño de sus cascos considerando la curvatura única de la cabeza para garantizar una protección efectiva. “La única forma de lograr una estructura de panel curva sin distorsionar las propiedades mecánicas, es mediante la impresión en 3D” (Marchante, 2020).

### **2.4.2.2 Patrones cónicos**

En esta sección nos referiremos a estructuras y formas cónicas truncadas, es decir, un cono al cual se le ha eliminado la parte superior. La distribución de cargas axiales en estructuras o diseños que cuenten con este tipo de formas se verán altamente influenciadas por la altura del truncamiento con respecto a su base. El diseño del patrón deberá estar lo suficientemente reforzado desde el interior del truncamiento para poder soportar las cargas esperadas sin comprometer la estabilidad y forma de la estructura (Universidad Nacional San Luis Gonzaga, 2017).

En un estudio realizado acerca del impacto del tipo de conexión que tienen los implantes dentales y su influencia en la disminución de tensiones a nivel cervical del mismo, se analizaron las distribuciones de tensiones entre uniones hexagonales y con forma de cono Morse, dando como resultado lo siguiente: “Al analizar las tensiones compresivas en el hueso, bajo las mismas condiciones de carga axial, el diseño de conexión tipo cono Morse, distribuyen mejor las cargas axiales minimizando el estrés en el hueso a nivel cervical” (Maslucán, 2012, p. 64).

# CAPÍTULO 3

## CAPÍTULO 3: INVESTIGACIÓN VISUAL

### 3.1 Design Thinking

#### 3.1.1 Fase I: Empatizar

En esta fase, el objetivo es adquirir un entendimiento más detallado del usuario, explorando sus necesidades, deseos y frustraciones. Para lograrlo, es fundamental recurrir a la fuente directa mediante métodos de investigación primaria, los cuales están detalladas a continuación:

##### 3.1.1.1 Métodos de investigación

Para la recopilación de información usaremos, principalmente, los métodos de: encuestas, entrevistas y observaciones.

El propósito de nuestra de nuestra investigación es conocer, a profundidad, cuáles son los principales motivos que llevan a los usuarios de moto a prescindir del uso de equipo de protección en su día a día, analizar sus puntos de dolor, en qué medida los afectan y cómo se sienten ellos respecto a estas limitaciones; esto para poder comprender mejor su realidad cotidiana y poder desarrollar una solución que se ajuste al estilo de vida del motociclista ecuatoriano.

##### a. Encuestas

Por medio las encuestas dirigidas a una muestra representativa del grupo a investigar, (en este caso: usuarios de motocicleta), podremos conocer cuáles

son los hábitos de vestimenta y frecuencia de uso de EPP, así como las preferencias y tendencias de consumo de este tipo de prendas.

Estas encuestas se realizarán a lo largo del desarrollo del proyecto y tendrán como objetivo mantener el enfoque en nuestro público objetivo, analizar tendencias en respuestas y encontrar coincidencias en los resultados; esto para poder encaminar el objetivo del proyecto, que este sea sustentado en datos reales y acertados a la realidad ecuatoriana.

### **b. Entrevistas**

Mediante la implementación de las entrevistas, podemos entablar una conversación directa con los usuarios para obtener respuestas puntuales a las interrogantes que hayan sido planteadas, esto por medio de la socialización y generación de empatía.

Se analizarán las reacciones y el lenguaje corporal de los entrevistados para poder reafirmar y contrastar los resultados de las encuestas, con la finalidad de entender a mayor profundidad las experiencias que sean comentadas.

### **c. Observaciones**

Por medio de las observaciones, se busca analizar al sujeto de estudio mientras este conduce cotidianamente por las vías. Para tener mejores resultados, no se interferirá ni se va a alterar el espacio puesto que las observaciones se realizarán a modo de tercera persona para tener información directa de la fuente.

El objetivo de la aplicación de este método consiste en la identificación de las disonancias cognitivas respecto a lo que se ha registrado en las encuestas;

poder validar los resultados arrojados en las encuestas y tener mayor registro de evidencia para el proyecto.

### **3.1.2 Fase II: Definir**

En esta etapa, tras haber empatizado con los usuarios mediante encuestas, entrevistas y observaciones, se identificarán los desafíos y obstáculos que estos enfrentan con relación al uso diario de EPP.

Este proceso nos permitirá capturar aspectos claves, como razones detrás de las decisiones de compra de los usuarios o razones por las cuales los usuarios simplemente optan no utilizar equipos de protección. Estos hallazgos se convertirán en la base para consolidar una propuesta centrada en las necesidades de los motociclistas.

### **3.1.3 Fase III: Idear**

Emplearemos herramientas estratégicas que nos facilitarán el desarrollo y la visualización óptima de un diseño que logre solucionar las necesidades de los beneficiarios del proyecto.

#### **a) Lluvia de ideas**

Utilizaremos esta herramienta para facilitar un entorno creativo que dé lugar a un amplio rango de ideas que promueva la exploración de soluciones innovadoras.

#### **b) Moodboards**

La aplicación de esta herramienta en, el proyecto, tiene como objetivo primordial obtener una representación visual que integre imágenes, colores, texturas y conceptos relevantes. Esta representación actuará como una guía que nos inspire y alinee la estética del diseño con las expectativas y preferencias de nuestros usuarios.

### **c) Bocetos**

Con el uso de bocetos se busca plasmar las ideas de forma rápida, de manera que nos permita explorar diversas iteraciones de diseño.

Estos bocetos no solo facilitarán la comunicación efectiva dentro del equipo, sino que también nos brindarán la capacidad de evaluar y refinar visualmente las características clave nuestro diseño propuesto. Al utilizar esta herramienta, lograremos una comprensión más profunda de la viabilidad y estética del diseño antes de avanzar a etapas más avanzadas del proyecto.

#### **3.1.4 Fase IV: Prototipar**

Esta etapa tendrá tres principales objetivos: realizar material visual y tangible que nos ayude a consolidar las ideas obtenidas de la fase anterior para poder presentarlas a los usuarios, identificar las técnicas de impresión más adecuadas para el desarrollo de los protectores de la chaqueta y definir qué opciones de tela, existentes en el mercado ecuatoriano, se acoplan mejor a las distintas zonas de la prenda de protección siguiendo las recomendaciones indicadas en la sección 2.4.

Para el desarrollo de los prototipos de las partes impresas, se explorará la combinación de una selección de los filamentos descritos en la sección 2.3.3

junto a la técnica de impresión 3D sobre textil, mencionada en la sección 2.3.1.2. La elaboración de los prototipos será de alta fidelidad con la finalidad de aprovechar el material realizado en las posteriores pruebas con los usuarios y ensayos mecánicos en laboratorio como de manera empírica.

#### **a) Modelos 3D**

La integración de modelos 3D será esencial en nuestro proyecto, permitiéndonos traducir conceptos y bocetos de partes específicas de nuestra solución propuesta en representaciones tridimensionales detalladas. Estos modelos no solo facilitarán la visualización realista del diseño, sino que también serán cruciales para evaluar aspectos funcionales y estructurales.

#### **3.1.5 Fase V: Testear**

El principal objetivo de esta fase es realizar evaluaciones técnicas y mecánicas de los materiales utilizados. Este proceso nos permitirá garantizar la calidad y resistencia de cada componente, asegurando un producto final duradero y seguro.

En esta etapa no solo buscaremos perfeccionar la funcionalidad y seguridad del producto, sino también garantizar que cumpla cabalmente con las expectativas y necesidades de nuestros usuarios, asegurando así un producto final de alta calidad y rendimiento confiable.

## **3.2 Investigación Exploratoria**

Si bien es cierto que el proyecto tiene como punto de partida el entendimiento del usuario como centro de investigación mediante la metodología del Design Thinking, el desarrollo de este se llevó a cabo bajo un modelo exploratorio; esto debido a que la aplicación de impresión 3D en equipos de protección es un tema novedoso, explorado exclusivamente en países con alta inversión para la innovación en nuevas tecnologías.

A pesar del poco tiempo de implementación de la manufactura aditiva en EPP para motociclistas, esta ha registrado resultados prometedores, sumado a su alta capacidad de personalización dependiendo del usuario, tal como se expone previamente en el apartado 2.3.2.

Explorar implica la libertad de investigar y buscar la verdad en un tema dado. Esto se logra formulando preguntas adecuadas mediante un análisis detallado. Al concluir la investigación, se obtienen conclusiones que tienen en cuenta los detalles más destacados (Morales, 2015).

### **3.2.1 Investigación Primaria**

La búsqueda de información directa de la fuente de estudio es fundamental en todo tipo de metodología de investigación. Es por esto por lo que, en esta etapa se utilizarán las herramientas mencionadas en el apartado 0

### **3.2.2 Investigación Secundaria**

Durante el avance de las etapas de este proyecto, nos basamos en una recopilación bibliográfica de normativas, estudios de caso, guías y

recomendaciones publicadas que nos encaminaron en la toma de decisiones para el diseño final.

# CAPÍTULO 4

## CAPÍTULO 4: DESARROLLO DE PROYECTO

### 4.1 Análisis de resultados

#### 4.1.1 Encuesta a usuarios de motocicleta

Para comprender de mejor manera las necesidades de nuestro público objetivo, realizamos una encuesta a los usuarios de motocicleta, de donde obtuvimos que:

- El 42.6% de encuestados no utiliza equipo de protección adicional al uso obligatorio de casco.
- El 74,1% utiliza guantes reforzados, siendo este el EPP que más emplean adicional al casco.
- La principal razón por la que los encuestados no utilizan EPP adicional, es debido a que no en su ciudad no encuentran fácilmente tiendas que vendan este tipo de equipos.

#### 4.1.2 Observación etnográfica pasiva

Con el fin de obtener resultados más apegados a la realidad diaria y que no se vean influenciados por un encuestador, decidimos realizar el método descrito en la sección 01.1, literal c.

La observación se realizó en vías altamente concurridas de Guayaquil, como la Av. Narcisca de Jesús, Av. León Febres Cordero y Vía Perimetral.

En el lapso de 1 hora se pudo observar a 30 motociclistas, de los cuales, 23 circulaban sin ningún tipo adicional de protección y 7 contaban con abrigos o rompevientos (Figura 12 Observación de motociclistas en las vías.Figura 12).



Figura 12 Observación de motociclistas en las vías.

#### 4.2 Aspectos conceptuales

Nuestra propuesta de chaqueta como alternativa de protección se creó a partir de los siguientes conceptos:

- Reducir el desperdicio de materiales.
- Ser altamente personalizable.
- Contar con una solución que se amplíe a diversos usos.
- Ser más accesible.

## **4.3 Aspectos técnicos**

### **4.3.1 Despiece de la chaqueta**

Tal como se mencionó previamente en el apartado 2.4, la mejor forma de proporcionar resistencia a la abrasión es mediante la incorporación de capas en la prenda. Por este motivo, el producto final es el resultado de la interacción de diversas capas que, al juntar sus beneficios, ofrecen un resultado ligero y cómodo sin dejar de lado la protección y seguridad del usuario. A continuación, se describen cada una de estas:

#### **4.3.1.1 Composición de chaqueta**

La Chaqueta en general está compuesta de la siguiente manera:

- Forro interno, de tela Docomo para que permita transpirabilidad.
- Tela principal de la chaqueta, confeccionada en denim para ofrecer resistencia al desgarro tal como se indica en la sección 2,4.
- Protectores. Composición detallada en la sección 4.3.1.2.
- Sistema de cierres que permiten la fácil remoción de las piezas para el lavado e intercambio en caso de reposición.
- Detalles en cintas reflectivas para mejorar la visibilidad del piloto en la oscuridad.
- Sistema de luces LED en la espalda para mayor visibilidad. Esto queda a elección del usuario dependiendo de sus necesidades.

#### **4.3.1.2 Composición de protectores**

Cada uno de los protectores están compuestos de 5 capas de diferentes materiales que aportan diferentes niveles de protección:

- Patrón impreso en PA (Poliamida) translúcida, que permite el paso de la luz de los LED's.
- Doble capa de malla, para minimizar el riesgo de desgarró durante la abrasión.
- Fondo de cuero, material altamente resistente a la abrasión.
- Relleno de tricot para amortiguar impactos.

#### **4.3.2 Protectores**

Cada uno de los protectores están ubicados en las zonas de alto riesgo de impacto y abrasión, tal como lo dicta la norma UNE EN 17092-1:2020. Para el diseño de estos, se siguieron las dimensiones para protectores de tipo B establecidas en la Tabla 1 Dimensiones mínimas de zonas de protección (UNE-EN 1621-1:2012), dando como resultado las formas finales de los protectores específicos a la zona en la que se encuentran posicionados. Cabe mencionar que la única medida que fue alterada fue la correspondiente a la zona de las caderas, donde se utilizó la medida indicada para el radio mayor con una longitud hasta el filo de la chaqueta, para poder incorporar protección en la zona sin necesidad de alargar el dobladillo de la prenda.

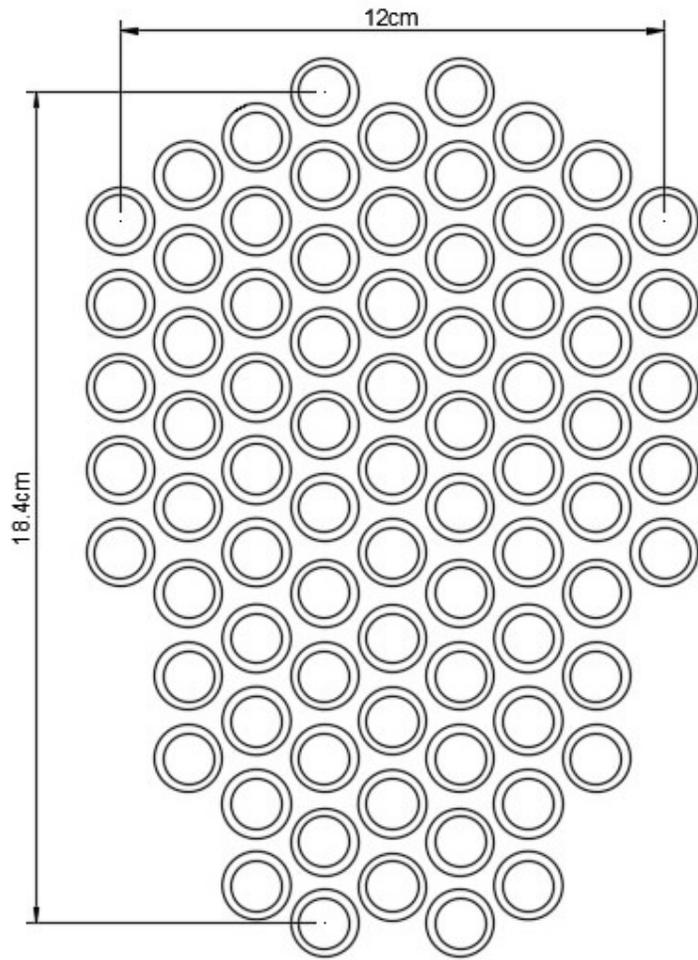


Figura 13 Plano protectores de hombros.

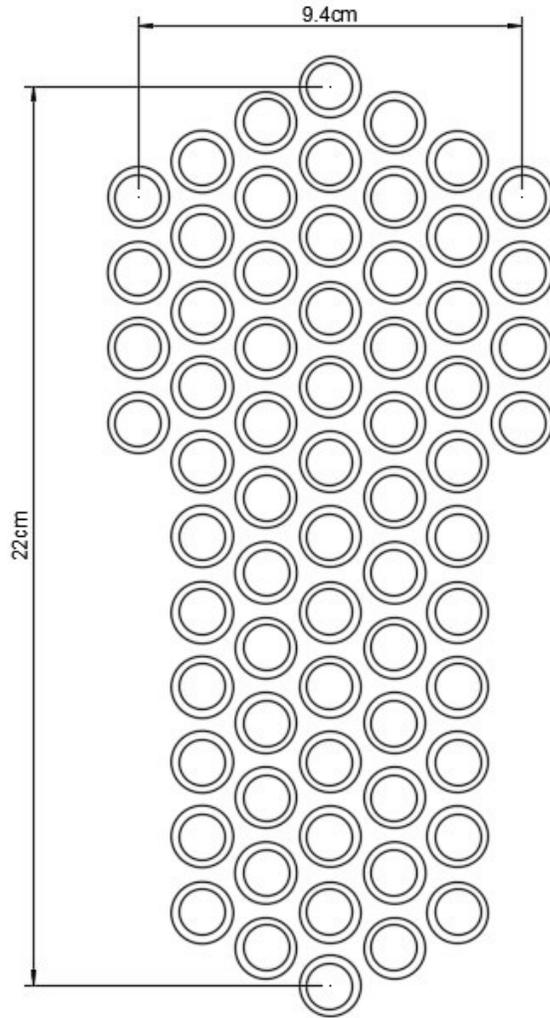


Figura 15 Plano protectores de codos.

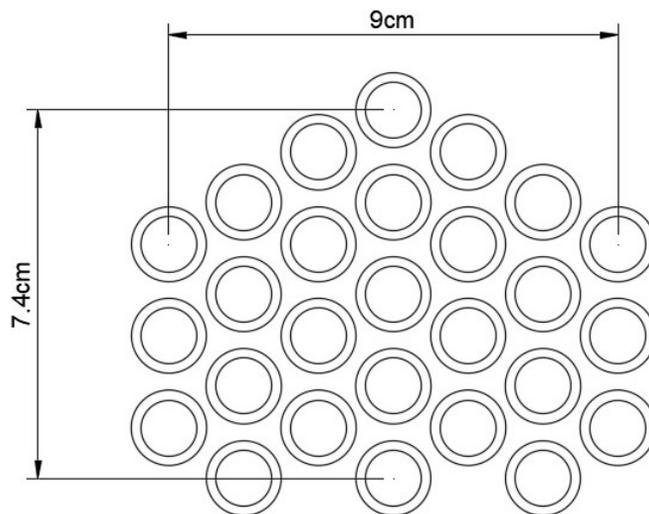


Figura 14 Plano protectores de caderas.

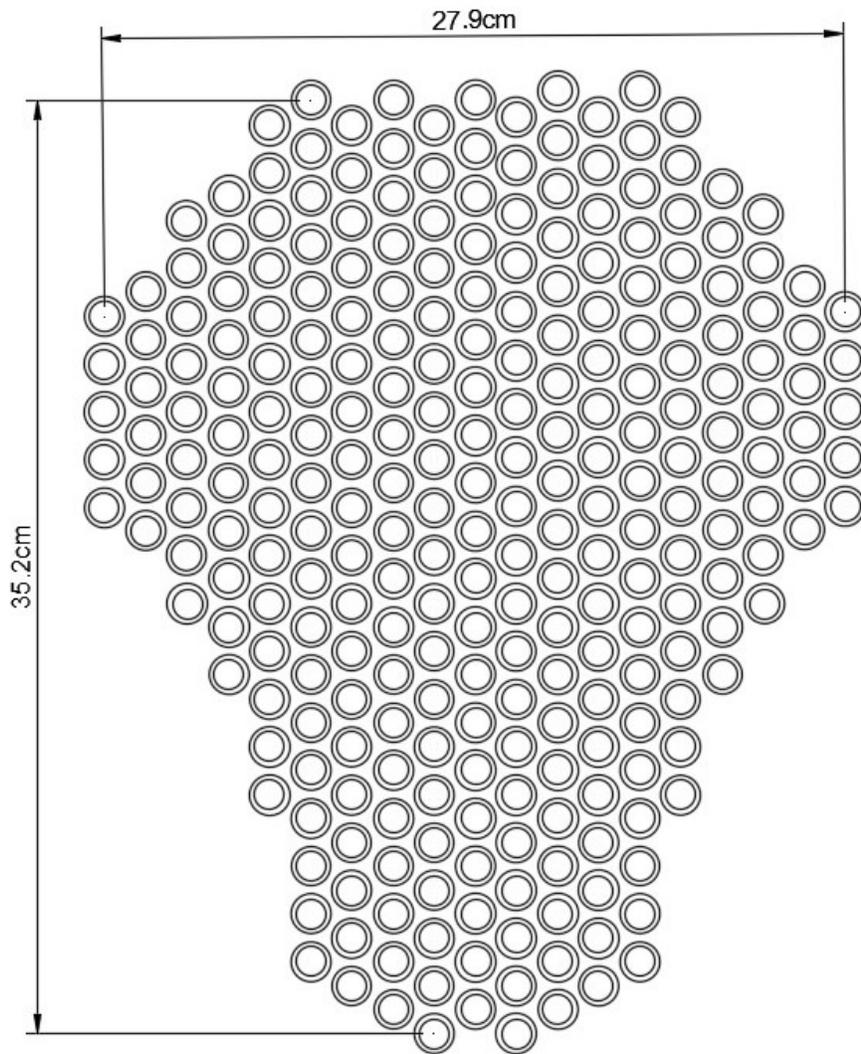


Figura 16 Plano protector de espalda.

#### 4.3.3 Probetas para ensayos mecánicos

El desarrollo de un nuevo tipo de protectores requiere, como paso fundamental, la realización de pruebas de laboratorio para determinar los puntos críticos del material que puede tener en su etapa de ideación o fases iniciales de diseño. No solo para la selección del material más apropiado, sino también para temas de configuraciones y distribución de los elementos que conforman el nuevo producto.

Para el desarrollo de los prototipos de los protectores hemos decidido utilizar dos tipos de filamentos, los más comunes en el mercado de la impresión 3D: PLA y TPU. Cada uno de estos filamentos presentan características diferentes el uno del otro; mientras que el PLA es un material que presenta mayor dureza, el TPU brinda mayor flexibilidad. Estas propiedades en sus estructuras nos permiten analizar su desempeño en las diferentes pruebas destructivas, las cuales nos permitirán conocer el desempeño de las muestras a diferentes cargas y esfuerzos para compararlas a los ensayos establecidos por las regulaciones extranjeras hasta conseguir un rendimiento lo más adecuado posible, considerando que el producto final entregado es un prototipo. El patrón diseñado para las diferentes probetas cuenta con dos variaciones: módulos con forma cilíndrica (o de cono truncado) (**Error! Reference source not found.**) y módulos de forma hexagonal (**Error! Reference source not found.**).

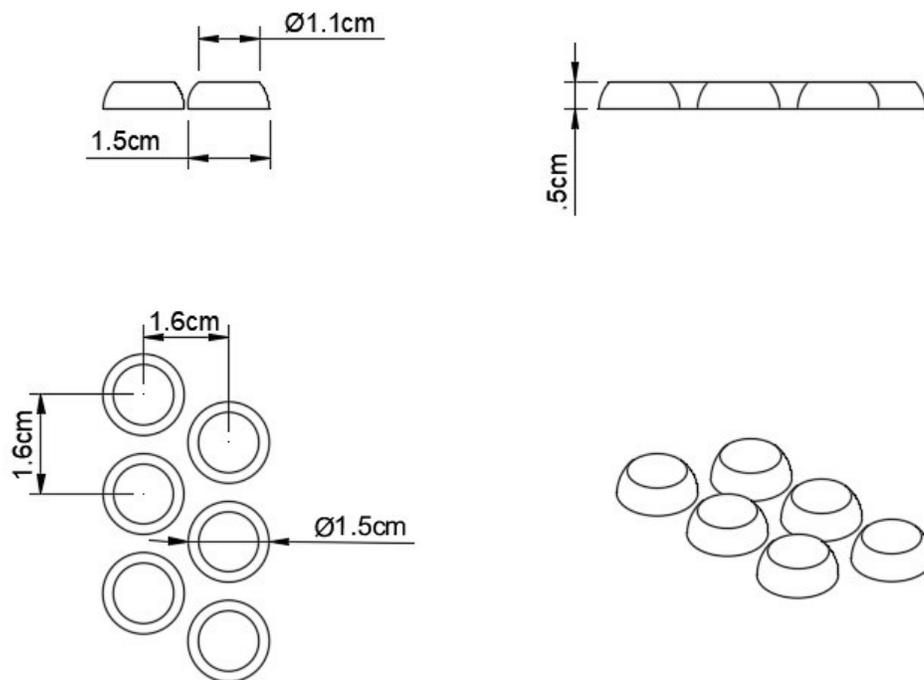


Figura 17 Planos módulos circulares.

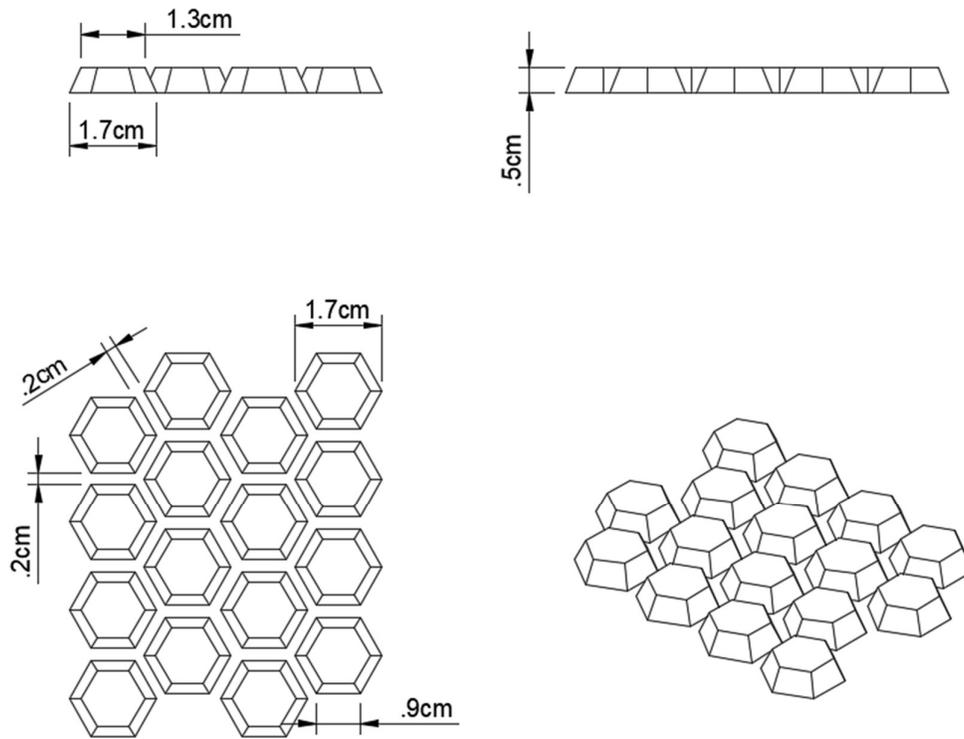


Figura 18 Planos módulos hexagonales.

#### 4.3.4 Ensayo de abrasión (Simulación)

Debido a la poca accesibilidad a las máquinas de pruebas DAM indicadas en la norma EN 17092 para realizar las pruebas de abrasión, se procedió a realizar experimentación de campo en condiciones de mundo real; esto con la finalidad de identificar qué tipo de patrón y material tiene mejor resistencia a la abrasión sin comprometer la estructura de las piezas ni el mallado de la tela.

Para ello, se indicó al conductor de la moto llegar a una velocidad constante de 50 km/h y se delimitó un trayecto de 100 metros de distancia por el cual debía apoyar la muestra con los módulos impresos. Los resultados obtenidos contrastan con los estudios mencionados en la sección 2.4.2, debido

a que la resistencia a las cargas solo es en el caso de someter la muestra a fuerzas de compresión.

Las muestras que contenían un patrón hexagonal destruyeron el mallado al que se sujetaban debido a la fricción que se generó en los vértices de estos, independientemente del material utilizado, ocasionando no solo abrasión en la superficie, sino también el deterioro de sus alrededores hasta llegar a la ruptura de las mismas piezas. Por otro lado, las muestras con patrones circulares no presentaron ningún daño al tejido mallado al cual estaban adheridas ni al propio patrón más allá de la abrasión. Esta observación va de la mano con lo mencionado por Hurren et al. (2022), donde se explica que recientes investigaciones en la Universidad de Deakin han descubierto que las superficies afiladas de algunos materiales pueden provocar el corte de materiales de la ropa.

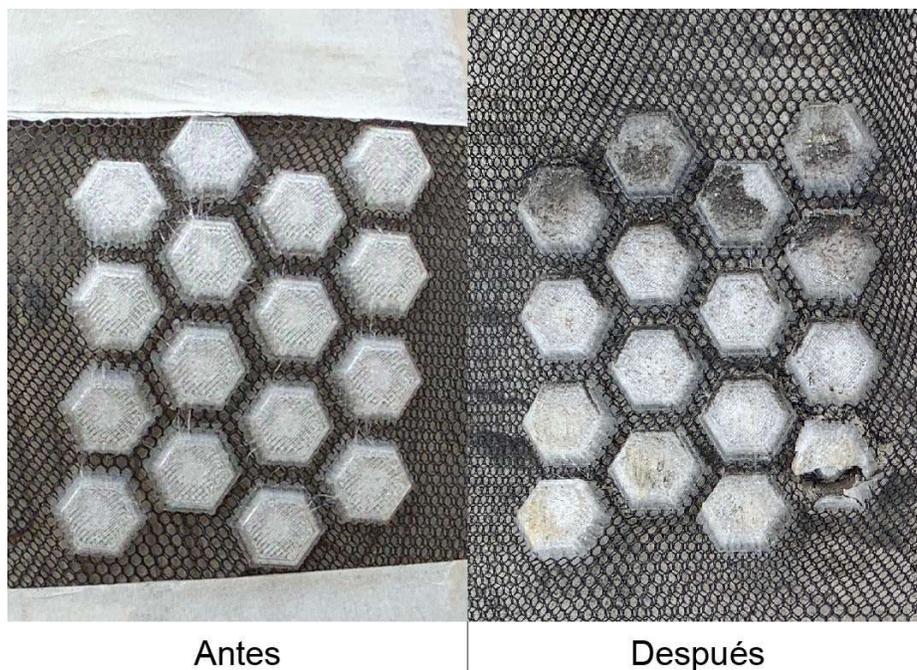


Figura 19 Resultados ensayo de abrasión en patrones hexagonales de PLA.

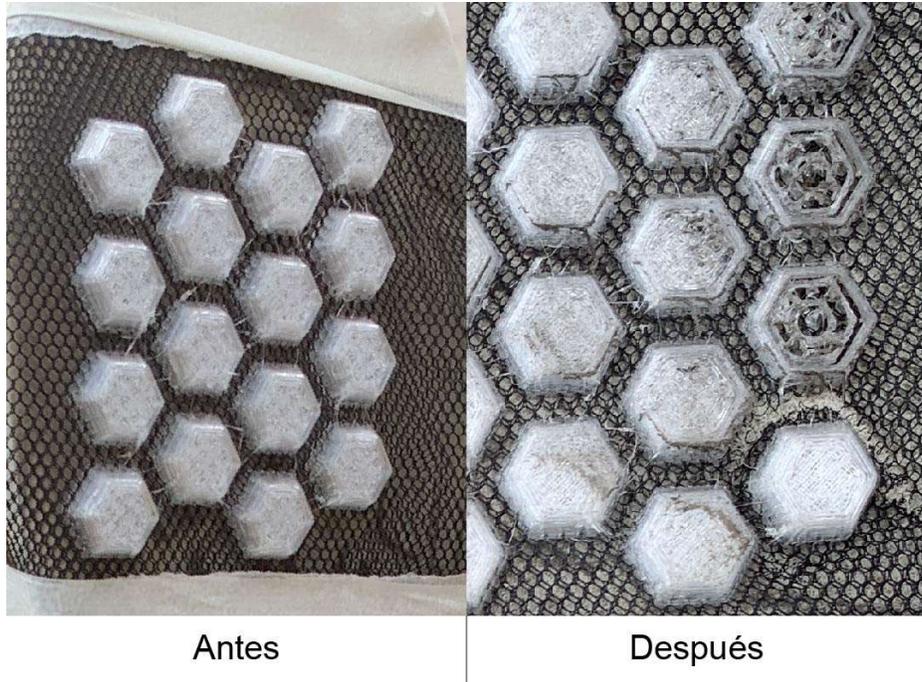


Figura 21 Resultados ensayo de abrasión en patrones hexagonales de TPU.

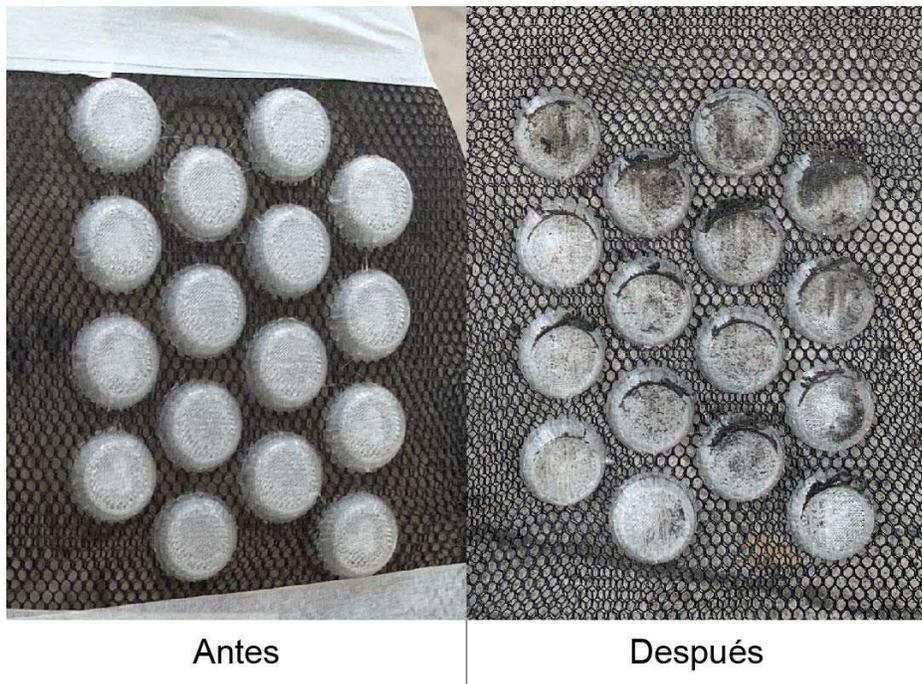


Figura 20 Resultados ensayo de abrasión en patrones circulares de PLA



La muestra de crinolina sencilla no resistió los 0.68 kg de la bandeja de la estructura (Figura 25), a diferencia de la muestra con doble crinolina si a resistir el mismo gramaje; sin embargo, llegó a su punto de quiebre al añadir un disco de 0.57 kg (Figura 24).

Estos valores cambiaron drásticamente al evaluar la probeta que contiene los módulos impresos, puesto que, esta llegó a soportar 22 kg hasta el momento en el que el tejido cedió (Figura 26).

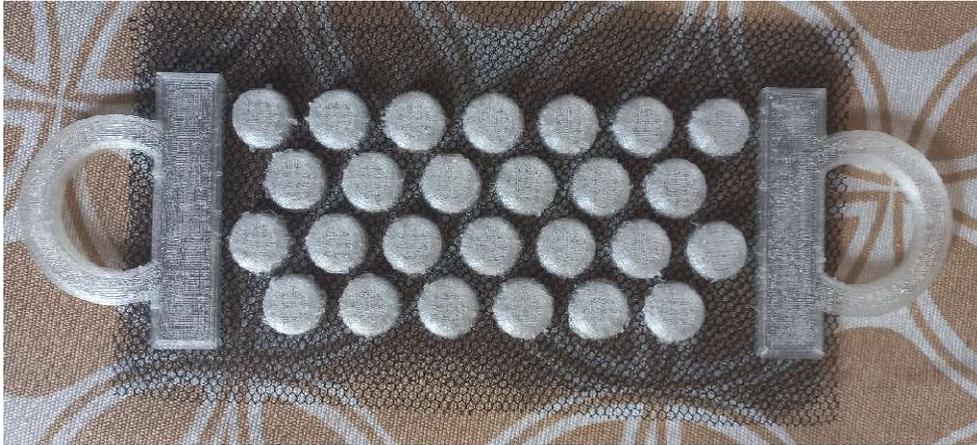


Figura 23 Muestra para simulación de ensayo de tracción.



Figura 25 Resultados simulación de ensayo de tracción en malla de crinolina.

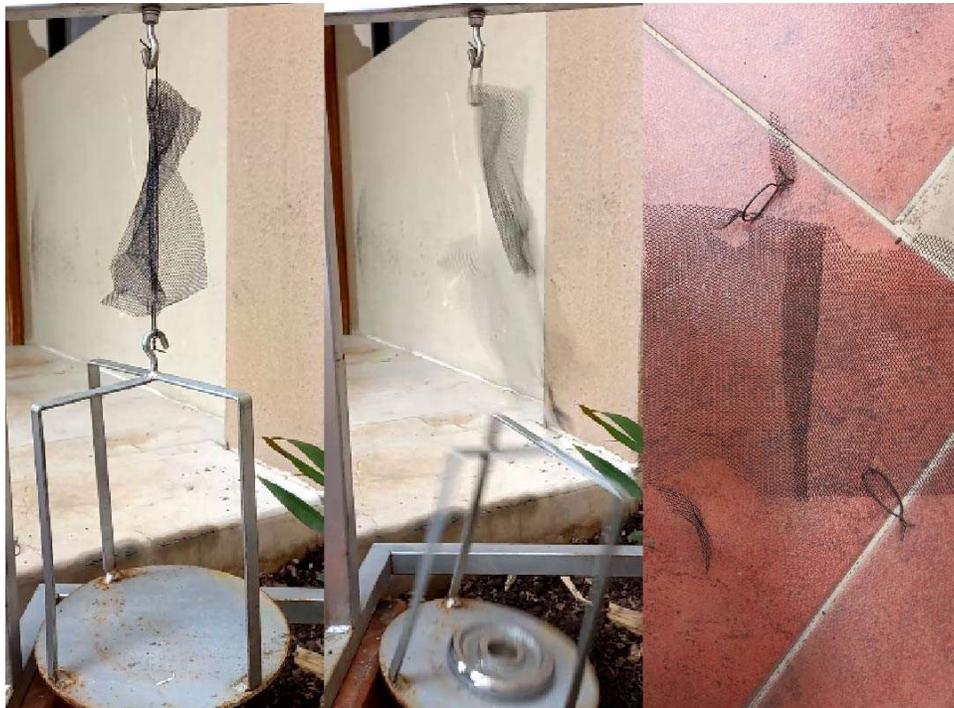


Figura 24 Resultados simulación de ensayo de tracción en doble malla de crinolina.



Figura 26 Resultados simulación de ensayo de tracción en muestra impresa en malla crinolina.

#### 4.3.6 Ensayo de impacto (Simulación)

Durante el proceso de diseño, se analizó la resistencia de los módulos en relación con su altura. Originalmente se pensaba diseñarlos con 7 mm de extrusión; sin embargo, al hacer pruebas iniciales encontramos que tenían una muy baja resistencia a la compresión, motivo por el cual se terminó estableciendo los módulos con una altura final de 5 mm.

Posteriormente, nos apoyamos de una estación de poleas de gimnasio con 15 discos de 5 kg cada uno para ocasionar el impacto en cada una de las probetas de estudio. Los resultados fueron acordes a lo esperado, los módulos de las muestras hechos en PLA sufrieron agrietamientos tras el impacto de la

carga de 75 kg (Figura 27), tanto hexágonos como cilindros sufrieron daños en sus formas. Cabe destacar que, según lo especificado en la sección 2.4.2.1, los patrones hexagonales sufrieron menor daño que los cilíndricos, los cuales se vieron más deformados que los primeros. Por otro lado, ninguno de los módulos hechos de TPU no sufrieron deformación luego de ser impactados con la misma carga.

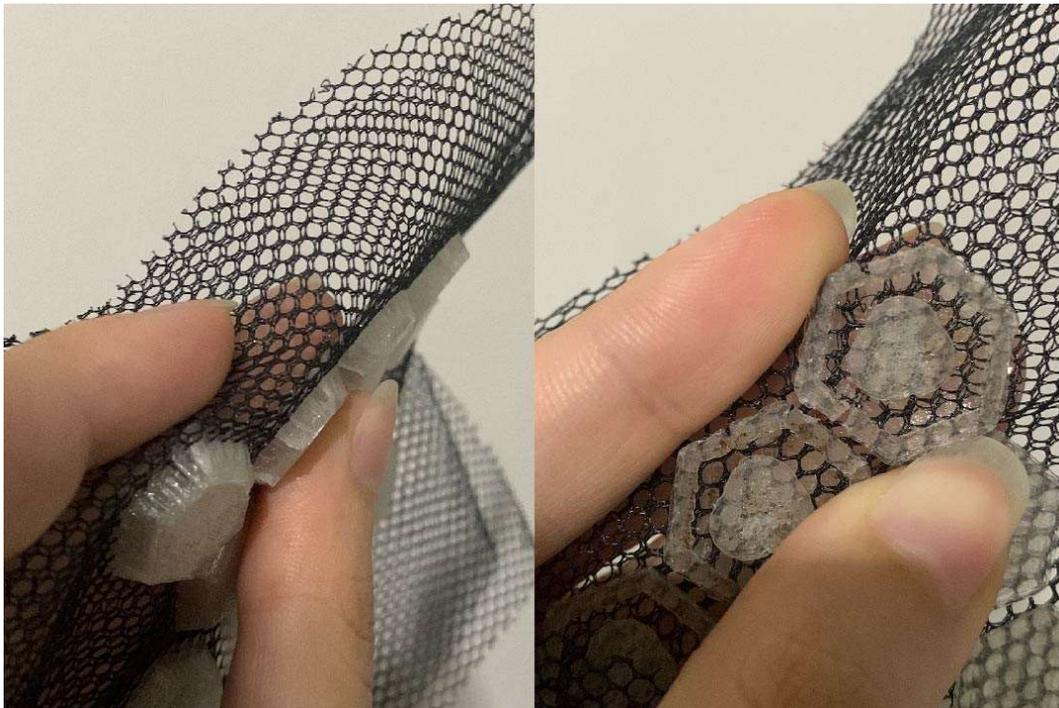


Figura 27 Resultados prueba de impacto en módulos hexagonales

Esto nos deja constancia de la importancia de realizar los protectores con un material que combine ambas resistencias, no solo que sea extremadamente flexible o extremadamente rígido. La poliamida nos ofrece un desempeño ideal de estas dos propiedades, siendo el material predilecto y que más se está explorando en el mundo de la protección.

## 4.4 Aspectos estéticos

### 4.4.1 Renders e ilustraciones



Figura 28 Render de la chaqueta en su vista frontal.



Figura 29 Render de la chaqueta en su vista posterior.

#### 4.5 Desarrollo y validación de prototipo

Se materializó el diseño manteniendo formas, procesos y materiales lo más fiel posible a la propuesta. Para la confección de prototipo, se colaboró estrechamente con una modista, quien siguió nuestras indicaciones detalladas. El resultado final fue una chaqueta de talla L para hombre.

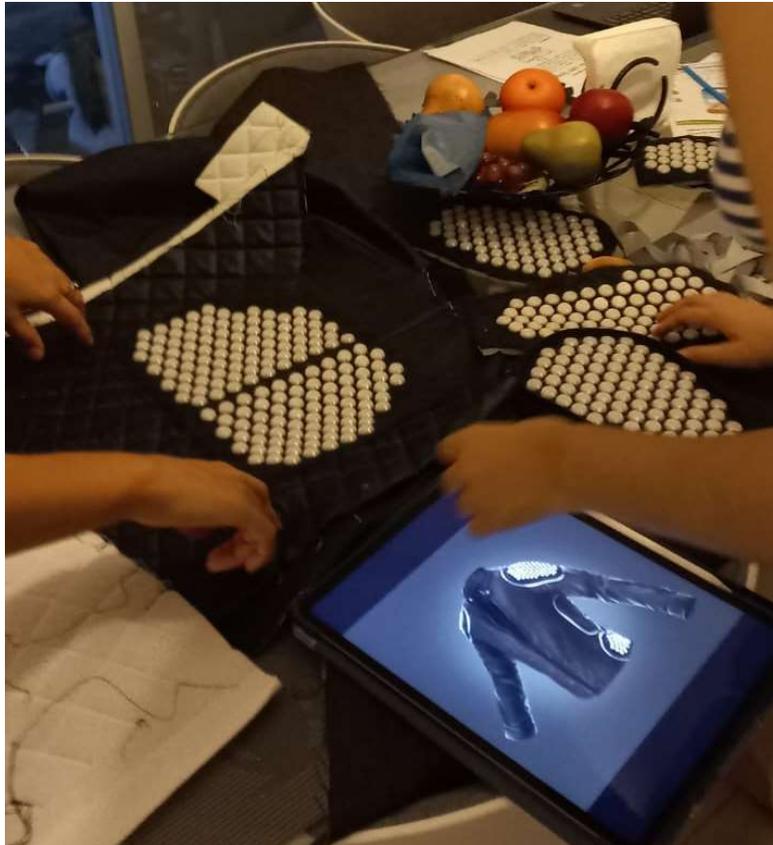


Figura 30 Posicionamiento del protector de espalda previo a la costura de los patrones de la chaqueta.

Primero, se le pidió a la modista realizar el patrón de la chaqueta para confirmar con las medidas de nuestros protectores previamente diseñados, y posterior a esto procedió con el corte.



Figura 31 Patronaje de la chaqueta.

Se procedió a realizar las piezas acolchonadas de la chaqueta en donde se iban a ubicar los protectores.

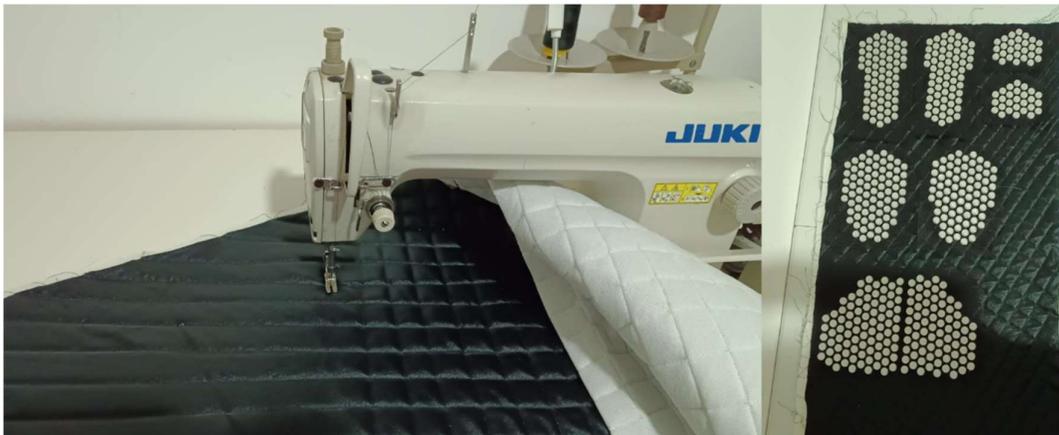


Figura 32 Costura de los protectores a su base de cuerina.

Una vez listas estas piezas se colocó el sistema de cierres para poder incorporarlos en la chaqueta en las zonas críticas previamente identificadas.

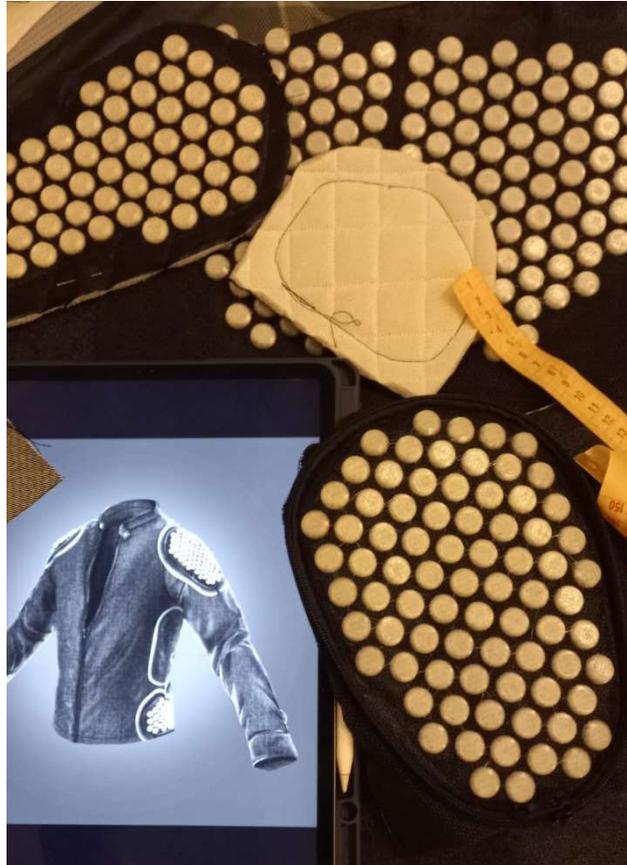


Figura 33 Incorporación de cierres a los protectores.

Al momento de incorporar estos a la chaqueta se identificó un problema: el uso de cintas reflectivas para seguir un patrón curvo no era lo adecuado puesto que la cinta se arrugaba y no se podía obtener un acabado estético.



Figura 34 Prueba de distribución de cinta reflectiva alrededor de los protectores.

Por este motivo, se decidió colocar las cintas de manera que no se tengan que doblar, es decir, rectas pero que se mantengan rodeando los protectores. Sin embargo, esto no funcionó puesto que tampoco se cumplía con un acabado estético. Finalmente, se decidió usar sesgo reflectivo, un material que permite su costura de manera curva sin generar arrugas. De esta manera se logró nuestro objetivo funcional y estético.



Figura 35 Sesgo reflectivo alrededor de protector de codo.

Se añadió a la chaqueta el sistema de cierres para poder remover las piezas y colocar los LED's en la parte interna.



Figura 36 Sistema de cierre en protector de espalda.

Finalmente, obtuvimos como resultado una chaqueta fiel a las ilustraciones mostradas en la sección 4.4.1, cuyo diseño tuvo gran aceptación de los usuarios.



Figura 37 Prueba del prototipo en contexto de uso.



Figura 39 Validación de comodidad en contexto de uso.

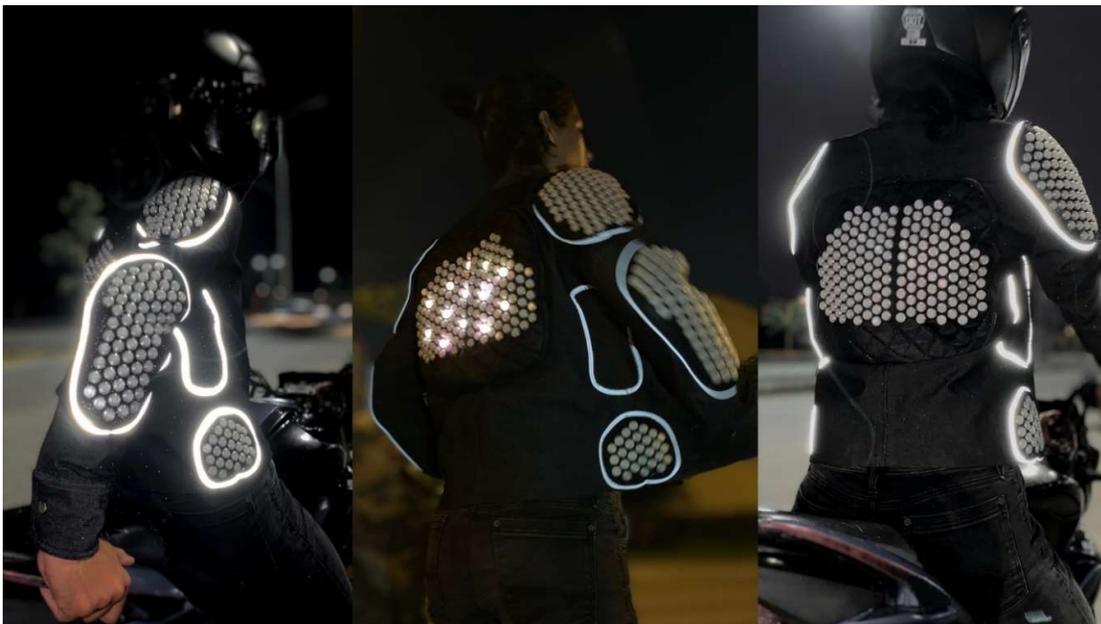


Figura 38 Validación de luces y reflectores en contexto de uso.

## 4.6 Presupuesto

Para el desarrollo del producto se requiere de una inversión para la adquisición tanto de activos fijos, entre estos se incluyen: las impresoras 3D y las máquinas de coser; como de materia prima que forma parte del listado de los costos variables: telas, filamento, insumos de costura necesarios para la fabricación de las chaquetas.

A estos valores se le añadió el aporte de mano de obra directa de costureras con experiencia en el desarrollo de vestimenta y patronaje.

- **Maquinaria y equipos**

Cantidad (kg)	Descripción	Costo	Total
1	Impresora 3D	\$1080.00	\$1080.00*
1	Máquina de coser	\$700.00	\$700.00*
1	Operario**	\$668.98	\$668.98
		<b>Total</b>	<b>\$683.81</b>

\*En el total de los equipos se considera únicamente el precio de la devaluación mensual de cada uno de los equipos.

\*\*En el costo de operario se consideran todos los beneficios para el trabajador constatados en el Código de Trabajo.

- **Materia Prima**

Cantidad (m)	Descripción	Costo	Total
0.5	Tricot (Esponja)	\$3.94	\$1.97
1	Crinolina (Malla)	\$1.47	\$1.47
0.5	Angelina (Cuerina)	\$5.98	\$2.99

2	Índigo (Jean)	\$6.69	\$13.38
1.5	Docoma (Forro)	\$2.15	\$3.23
		<b>Total</b>	\$23.04*

\*Valor resultante para la elaboración de una sola chaqueta

- **Filamento**

Cantidad (kg)	Descripción	Costo	Total
0.33	Poliamida Nylon	\$38.53	\$12.71
		<b>Total</b>	\$12.71

- **Insumos de costura**

Cantidad	Descripción	Costo	Total
7	Llave de cierre	\$0.09	\$0.63
1	Cierre (75 cm)	\$0.35	\$0.35
6	Cierre (m)	\$0.25	\$1.50
3	Broche	\$0.60	\$1.80
6	Cinta reflectiva (m)	\$0.40	\$2.40
0.22	Leds (m)	\$13.40	\$2.95
		<b>Total</b>	\$9.63

#### 4.6.1 Precio del producto

Para entender y establecer un precio de venta al público (PVP) justo para MotoShield y para el usuario final, se consideraron los siguientes aspectos:

- Se necesita de una inversión inicial de \$2500 para cubrir los costos de maquinaria, mano de obra, utilidades y gastos operativos para la primera producción. Una vez comprados los equipos, el precio se reduciría a únicamente el costo de los insumos y materia prima.

- Analizando el precio de otras chaquetas en el mercado, MotoShield puede mantener un precio entre \$100 y \$200, valores entre los cuales fluctúan chaquetas de baja gama con protección incluida. Esto sin considerar las desventajas en cuanto a dimensiones de protectores mencionadas anteriormente de este tipo de chaquetas ya existentes en el mercado.

Con un PVP de \$140, el cálculo de nuestro punto de equilibrio mensual se detalla a continuación:

$$\text{Punto de Equilibrio} = \frac{\text{Costos Fijos (mensual)}}{\text{PVP} - \text{Costo Variable Unitario}} = \frac{683.81}{140 - 89.98} = 14 \text{ unidades}$$

#### **4.7 Aspectos comunicacionales**

Existe una tendencia global, por ende, también nacional, donde los medios digitales y redes sociales se han convertido en la principal fuente de difusión de productos y temas novedosos. Tener una buena estrategia de marketing digital y tradicional nos permitirá llegar a mayor número de clientes reales que conecten y busquen los conceptos del producto. En el país, el proyecto puede ser presentado en los *Lux Awards* bajo la categoría *Lux Product Innovation*. Estos premios son una celebración que destaca y honra los logros en comunicación creativa, arte, emprendimiento, innovación empresarial y talento de Ecuador.

A nivel internacional, este proyecto puede ser expuesto en la categoría 5.01 *Product Concepts* de los *IF Design Awards*, donde concursan diseños experimentales y conceptuales, obras encargadas que aún no han sido publicadas, estudios y proyectos de investigación, conceptos de diseño innovadores cuya implementación no está planeada ni se espera antes de 2025.

## **5 CONCLUSIONES**

Este proyecto de tesis ha culminado con el desarrollo de una chaqueta de protección alternativa para motociclistas, integrando la tecnología de impresión 3D con textiles. La chaqueta resultante superó las expectativas al incorporar módulos redondos impresos con manufactura aditiva que son resistentes, aumentan la resistencia al corte, soportan más de 75 kg de impacto y soportan gran parte de la abrasión que se ocasiona en los accidentes de motos.

Este logro no solo representa un avance significativo en la seguridad de los motociclistas ecuatorianos, sino que también destaca el potencial de la impresión 3D en la industria de la ropa protectora.

La implementación de este proyecto sienta las bases para investigaciones adicionales y la posible implementación de soluciones similares en la industria, marcando así un hito significativo en la convergencia de moda, tecnología y seguridad vial.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

AEDE. (2023). *Sector Automotor en Cifras – diciembre 2023*.

<https://www.aeade.net/boletin-sector-automotor-en-cifras/>

El Comercio. (2020). *El número de motos aumentó siete veces en 10 años; revise el crecimiento del parque automotor en Ecuador*.

<https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/ecuador-aumento-motos-siete-veces.html>

Fonda, C. (2014). *Guía Práctica para tu Primera Impresión 3D*.

[https://impresion3denelictp.files.wordpress.com/2014/03/guc3ada-prc3a1ctica-para-tu-primera-impresic3b3n-3d\\_carlo-fonda1.pdf](https://impresion3denelictp.files.wordpress.com/2014/03/guc3ada-prc3a1ctica-para-tu-primera-impresic3b3n-3d_carlo-fonda1.pdf)

Herrero, F. (2023, March 27). *Descubre las innovadoras estructuras hexagonales en la arquitectura moderna | Actualizado enero 2024*. Arquitectura Noticias.

<https://arquitecturanoticias.com/blog/estructuras-hexagonales-arquitectura/>

Hurren, C., Varnsverry, P., & de Rome, L. (2022). *A guide to designing and*

*manufacturing motorcycle protective clothing*. <https://www.bennetts.co.uk/-/media/bikesocial/2022-december-images/better-motorcycle-clothing/guide-for-manufacturers-public-version-dec-2022.ashx>

impresoras3d.com. (2018, Enero 1). *Guía definitiva sobre tipos de filamentos 3D*.

Impresoras3d.com. <https://www.impresoras3d.com/la-guia-definitiva-sobre-los-distintos-filamentos-para-impresoras-3d/>

Kauppila, I. (2023, Agosto 23). *Multi Jet Fusion (MJF 3D Printing) – The Ultimate*

*Guide*. All3DP Pro; All3DP. <https://all3dp.com/1/multi-jet-fusion-mjf-3d-printing-simply-explained/>

León, M., Marcos-Fernández, Á., & Rodríguez-Hernández, J. (2019). Impresión 3D con materiales elásticos.

Marchante, A. (2020, February 5). *HEXR crea cascos impresos en 3D más seguros para los ciclistas*. 3Dnatives; 3D Natives. <https://www.3dnatives.com/es/hexr-crea-cascos-impresos-en-3d-mas-seguros-050220202/#!>

Maslucán, R. (2012). *Análisis de tensiones en elementos finitos en el hueso, implante y componentes en: hexágono externo, interno y cono morse*. [Tesis de especialización, Universidad Científica del Sur].  
[https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/88/TE-Angeles\\_Masluc%c3%a1n.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/88/TE-Angeles_Masluc%c3%a1n.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Morales, N. (2015). Investigación exploratoria: tipos, metodología y ejemplos. *Recuperado de <https://www.lifeder.com/investigacion-exploratoria>*.

Primicias. (2024, Octubre 3). *A diario ocurren 121 accidentes con motocicletas en Ecuador*. Primicias. <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/accidentes-motocicletas-balance-ecuador/>

Marchante, A. (2020, Febrero 5). *HEXR crea cascos impresos en 3D más seguros para los ciclistas*. 3Dnatives; 3D Natives. <https://www.3dnatives.com/es/hexr-crea-cascos-impresos-en-3d-mas-seguros-050220202/#!>

Universidad Nacional San Luis Gonzaga. (2017). *Resistencia de Diseño*. Studocu; Studocu. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-san-luis-gonzaga/tecnologia-del-concreto/resistencia-de-diseno/5697728>

## 7 ANEXOS

<p>► Cada producto debe ir mercado permanentemente con por lo menos lo siguiente:</p>	
01 Nombre de la marca del fabricante	
02 Denominación del producto	
03 Número y año de la Directiva Europea (EN 17092:2020)	
04 Pictograma tal como se exhibe a continuación, conteniendo la información relevante	
05 Marcado CE y folleto del pictograma	
06 Especificación de la talla	
07 Etiquetado sobre el cuidado de la prenda	
<p>Norma de referencia ← </p> <p>→ Equipamiento de protección para usuarios/as de motocicletas</p> <p>→ Indicación de la Clase (AAA, AA, A, B, CO, CU)</p>	 FOLLETO
	 MARCADO CE

Anexo 1 Etiquetado específico para Chaquetas de Protección para Motociclistas bajo la Certificación CE. Obtenido de: <https://www.revitsport.com/es-es/centro-de-aprendizaje/revit-certificacion-ce>.

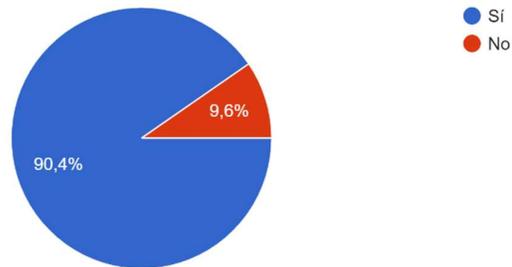


Anexo 2. GE Additive. (2019). Vestido de pétalos impreso en 3D diseñado por Zac Posen para la Met Gala 2019 [Fotografía]. X. Obtenido de: <https://twitter.com/generalelectric>

## Encuesta a motociclistas

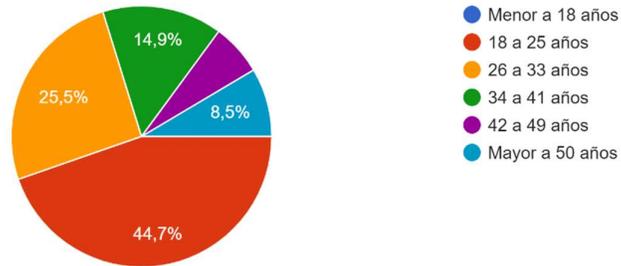
¿Es usted usuario de motocicleta?

52 respuestas



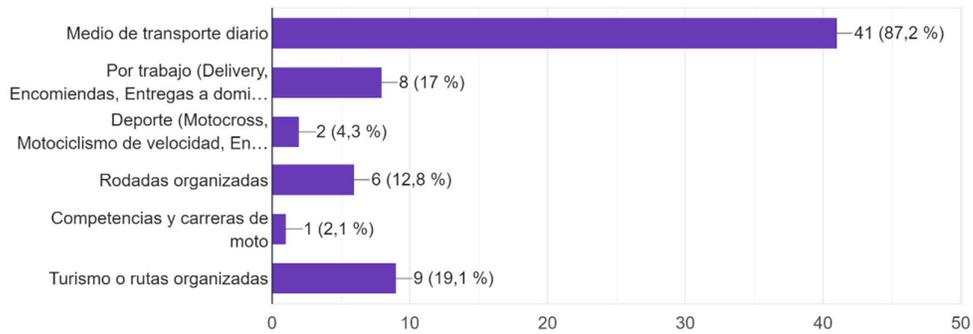
Edad

47 respuestas



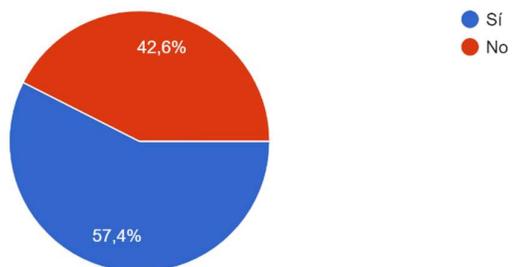
¿Para qué actividades utiliza su moto?

47 respuestas



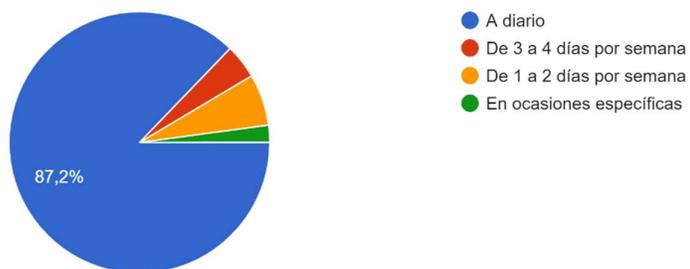
Aparte del uso obligatorio del casco, ¿utiliza algún otro equipo de protección al andar en moto?

47 respuestas



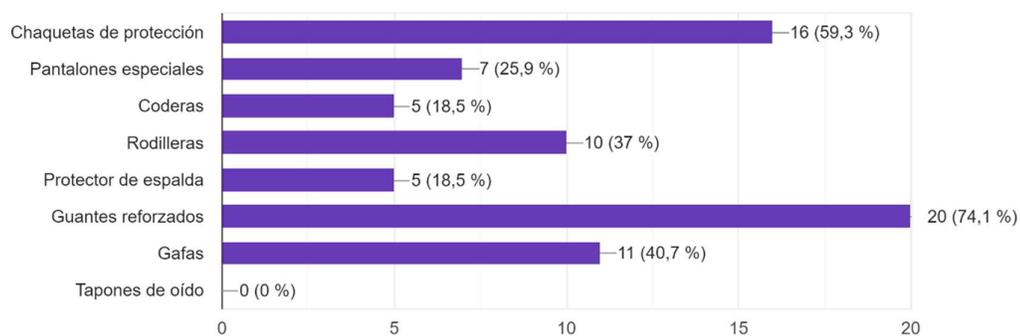
¿Con qué frecuencia utiliza su moto para movilizarse?

47 respuestas



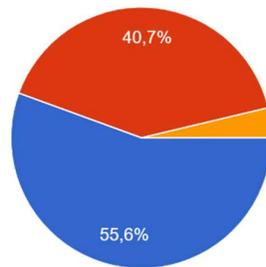
¿Qué equipo de protección utiliza adicional a su casco?

27 respuestas



### ¿Con qué frecuencia los utiliza?

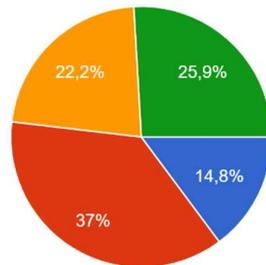
27 respuestas



- Siempre, cada vez que utilizo la moto
- La mayoría de veces que utilizo la moto pero no siempre
- Solo cuando tengo un evento especial (Ruta, rodada o carrera)
- Solo cuando voy a practicar deporte (Motocross, Motociclismo de velocidad, Enduro, etc.)
- Casi no los utilizo

### ¿Cómo considera que son los precios de estos equipos de protección?

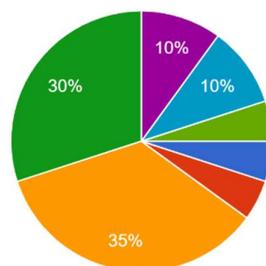
27 respuestas



- Accesibles (Precios Económicos)
- Justos (Precios acorde a la calidad y protección brindada)
- Elevados (Precios subidos para la calidad y protección brindada)
- Muy costosos

### ¿Cuál es la principal razón por la que usted no utiliza estos equipos de protección?

20 respuestas



- No sabía que existían estas prendas de protección
- Las prendas resultan incómodas durante la conducción
- En mi ciudad no encuentro fácilmente...
- El equipo de protección adicional está...
- No hay regulaciones ni leyes que me...
- No creo que sea necesario usar algo...
- No estoy completamente consciente d...
- DEMASIADO CALOR PARA USARLO...