

**Diseño y prototipo de dispositivo de lentes con corrección óptica  
incorporadas en los cascos para motocicletas**

**Nombre:**

Héctor Barragán Huertas

**Línea de Investigación**

Ciencias de la visión e Innovación óptica

**Director Científico:** Jorge Pérez

**Director Metodológica:** Ernesto Ortega

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARINO**

**FACULTAD DE OPTOMETRIA**

**MEDELLIN, 2020**

## 1. INTRODUCCION

El uso de motocicletas se ha convertido en un medio de transporte práctico y asequible, siendo uno de los más usados en América latina (1), sin embargo, se debe tener en cuenta las medidas de protección como también las instrucciones y requisitos sobre un adecuado manejo de la motocicleta, por ello, el casco es fundamental para la protección de los conductores.

Los cascos tienen como función primordial la seguridad frente a los accidentes que involucren fuertes caídas y golpes en la cabeza (2); contienen una visera interna y otra externa, generalmente no proporcionan la calidad visual necesaria porque el material se deteriora, como consecuencia podrían ocasionar accidentes o manifestaciones de inconformidad por parte de los conductores. Esto conlleva al retiro de esta visera, por lo que es aconsejable la utilización de un material mucho más resistente, seguro, viable para la reducción y corrección de las posibles consecuencias.

La mayoría de los motociclistas que utilizan lentes oftálmicos prefieren no usarlos mientras tienen el casco puesto, ya que se produce incomodidad y las gafas generan una molestia en la porción nasal y temporal por el marco oftálmico cuando están en conjunto con el casco (3–6), de igual manera por malas condiciones de las viseras prefieren no utilizarlas porque se encuentra en condiciones de poca visibilidad, la cual no proporciona la calidad necesaria para los conductores (7), y más para los que necesitan la corrección óptica para garantizar una buena agudeza visual; esto puede acarrear accidentes de tránsito (8) y asimismo, por opinión propia, el no uso de un elemento de protección visual durante la actividad de conducción en motocicleta podría producir accidentes oculares que comprometan gravemente la salud ocular y visual del usuario.

Debido a lo anterior, se construyó un diseño y prototipo de dispositivo de lentes con corrección óptica incorporadas en los cascos para motocicleta,

suprimiendo la visera interna, con el fin de tener una mejor calidad y salud visual que conllevará a un bienestar sobre la comodidad del conductor como también prevenir alteraciones oculares, accidentes de tránsito y malas manifestaciones del conductor durante los trayectos prolongados.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1 Antecedentes**

El uso de motocicletas brinda varios beneficios, como el trayecto fácil y rápido a destinos cortos y largos, sin embargo, a raíz que incrementa el número de vehículos motorizados, los choques en las vías públicas se transforma en un problemática de elevado crecimiento, especialmente en países en desarrollo (9). Requieren con urgencia medidas específicas apropiadas, como por ejemplo las buenas prácticas en la gestión de la seguridad vial. Desgraciadamente, en varias partes del mundo es limitado el uso del casco. Por eso el propósito del manual de seguridad vial para decisores y profesionales ofrece la guía necesaria para aumentar el uso del casco en todos los países (9), por ende, el objetivo de la legislación colombiana de cascos protectores es preservar la vida y probidad de los conductores mediante las condiciones técnicas de seguridad y desempeño (9).

Dado el incremento de accidentes de ciclistas, probablemente el aumento de accidentes se deba a problemas de atención visual de los ciclistas al cruzar intersecciones, asimismo los autores encontraron que la atención visual no tenía relación con la experiencia de conducción de las bicicletas (10). Por lo tanto, uno de los primeros requisitos para tener una buena atención visual es tener una buena corrección óptica del defecto refractivo. Lo cual puede ayudar a una mejor coordinación visomotora durante la conducción de vehículos; por ende, una buena retroalimentación visual frente a la conducción es esencial para un seguro trayecto y manejo frente a las bicicletas, motos o cualquier tipo de vehículo (10) .

En el proceso de conducción, la visión proporciona información relevante respecto a las propiedades del entorno, la postura referente ocupada en un momento establecido, la norma frente a componentes clave del entorno, la rapidez de desplazamiento, la dirección de luxación y el tiempo restante para la conexión con algún objeto determinado (11), lo que hace que se vuelva la principal guía para un conductor, y que es necesario optimizarla de manera adecuada y cómoda, corrigiendo a su vez los defectos refractivos.

En un estudio realizado en España a una población en edades comprendidas entre los 40 y 79 años, aproximadamente el 60% presentó algún defecto refractivo, de los cuales el número de miopes fue del 25.4%. Si se extrapola este dato a toda la población, es de resaltar que 1 de cada 4 ciudadanos españoles es miope, apuntando a un 50% de miopes en 2020 a nivel mundial. Es de resaltar que pequeñas miopías sin neutralizar producen bruscos descensos en la agudeza visual. El número de personas que padecen astigmatismo con edades comprendidas entre los 40 y 79 años fue del 50%. Si se extrapola este dato a toda la población, es de resaltar que aproximadamente la mitad de los ciudadanos españoles padece astigmatismo, por ende, una cantidad grande de conductores españoles presentaran algún problema refractivo relacionado, dando como resultado afectación directa la agudeza visual (12).

El Doctor Sergio Jaramillo (oftalmólogo especialista en retina y vítreo) comenta que no utilizar casco durante la conducción o realizarlo con la visera arriba y adicionándole el no uso de gafas al manejar en motocicleta es un riesgo para la parte visual, pues en el camino se encuentran varios cuerpos extraños (Insectos, piedras, esquirlas, entre otras).(13).

Sergio Jaramillo explica que en ciertas situaciones no basta con solamente el parpadeo como un mecanismo de defensa para la protección ocular. En ocasiones puede jugar en contra a estas situaciones y puede ser más dañino, por lo que al ser incrustado un cuerpo extraño y realizar parpadeo constante se va a generar mayores lesiones en la parte ocular. Así mismo se podría apreciar lesiones en la parte interna del párpado.(13).

Se percata que las lesiones más comunes se establecen en el tejido corneal (tejido situado en la parte anterior del ojo) y suelen ser muy muy sintomáticas; Sensación de cuerpo extraño, enrojecimiento, intolerancia a la luz, infecciones como conjuntivitis por bacterias como lo son estafilococo y el estreptococo, entre otras; son algunas de los estados que se perciben.(13).

Cuando el cuerpo extraño se incrusta en la parte ocular, generalmente ocasiona una lesión muy profunda y puede necesitar de cirugía. Dependiendo de la velocidad a la cual el motociclista se está desplazando, así mismo puede ser la profundidad de la lesión. En estas situaciones influye la naturaleza del objeto, es importante tener en cuenta que cualquier objeto que tenga contacto con la superficie ocular se considera contaminada.(13).

De esta manera, se ha podido establecer que el uso del casco puede representar un seguro de vida para un motociclista, dando un uso correcto y adecuado; y una parte fundamental es la visera, que permite dar visibilidad al conductor. Debido a esto, fue evaluado en un estudio el efecto sobre la visión de las viseras polarizadas mediante pruebas piloto objetivos y subjetivos, donde se menciona que el rendimiento visual es mayor en viseras transparentes que en viseras polarizadas, estas últimas no reducen eficazmente el deslumbramiento directo y afectan subjetivamente la visibilidad del usuario generando posibles accidentes de tránsito (14).

En estados unidos se realizó un diseño llamado I-RIDE VXC, consiste en un sistema de gafas para lentes graduadas en el casco. El sistema va incorporado de forma fija al casco, por lo tanto, es un sistema completamente sencillo y con un beneficio del casco y las gafas en una sola operación. El diseño I-RIDE VXC ha sido desarrollado para cascos de motocicleta con visera. Se puede montar en muchos cascos y marcas de cascos diferentes. El sistema de gafas para casco I-RIDE VXC consta de solo dos partes, las cuales son dos lentes y una pieza de soporte, van unidas al casco por medio de imanes de alto rendimiento e igual que los lentes.(15).



Fuente: Iride-desing (I-RIDE EYEWEAR SYSTEM FOR HELMET)



Fuente: Iride-desing (I-RIDE EYEWEAR SYSTEM FOR HELMET)



## 2.2 Descripción del problema

Según un informe de la Universidad politécnica de Catalunya, en la Facultad de optometría, se estipuló que la mayoría de los motociclistas padecen de defectos refractivos y la mayoría no están corregidos; los usuarios de corrección óptica no utilizan sus lentes por comodidad frente al uso de los cascos, provocando así una conducción irresponsable e incrementando el peligro de sufrir accidentes (12). Al envejecer, se pierden facultades y habilidades (Deterioro cognitivo y disminución visual) y en especial en los conductores, las condiciones de pérdida visual generan una afectación importante que puede poner en riesgo su vida, según la información establecida por la dirección general de tráfico de España.

Acorde con los datos de la Dirección General de Tráfico en España, la franja de mayores de 65 años es la que ha sufrido mayor número de accidentes en 2016, seguida de la de 45 a 54 años. Es decir, es directamente proporcional el aumento de edad y número de accidentes. Asimismo, todos los conductores de edades avanzadas, sean conductores de automóvil o motocicletas, en condiciones de visión escotópica, es decir nocturna (poca luz) tienden a volverse miopes (12). Por lo tanto, a mayor edad y horas nocturnas se eleva el crecimiento de accidentabilidad transitoria.

Los accidentes nocturnos suelen tener consecuencias graves, debido a que las personas carecen de una visión aguda o de la facultad de ver durante la oscuridad. Al conducir en la noche es común que se manifiesten efectos de deslumbramientos (ceguera), sin embargo, al intentar no mirar las luces de los vehículos que se transportan en sentido contrario, es muy probable que los rayos de luz se reflejen en la parte ocular, generando por un mínimo tiempo una disfunción visual (16). La ceguera temporal existente que se genera al mirar de forma directa las luces de un vehículo tiene un efecto muy magno y extenso, y puede ocasionar graves riesgos de accidente por el deslumbramiento que produce. (16).

Un gran porcentaje de la población ha sufrido estas situaciones nocturnas, pero en diferente medida: una persona con una dioptría en condiciones normales puede llegar a tener -0.75 a -1.25 dioptrías de noche. Aun así, como de noche los objetos no reflejan la luz a diferencia de lo que ocurre durante el día, la visibilidad se vuelve aún menor (12).

En la resolución 12336 de 2012 se implementan los estados de habilitación y funcionamiento de los centros de Reconocimiento de Conductores, esta resolución manifiesta que si para lograr la agudeza visual estipulada se necesitan lentes oftálmicos, deberá manifestarse, en el informe de evaluación física, coordinación motriz y mental, como también en el comprobante de aptitud física, mental y de coordinación motriz, la exigencia de su uso durante la conducción (17).

Sin embargo, en la resolución 1349 de 2017, que reglamenta los estados de capacitación para los institutos de apoyo logístico de evaluación, las propiedades de seguridad y la evaluación teórica como también practica para adquirir la licencia de conducción, refiere que durante la noche se presentan varias consecuencias visuales como los deslumbramientos y más si se tiene la visera en malas condiciones (16), por ende, son cantidad de variables que juegan en contra de un seguro recorrido en motocicletas.

En la resolución No. 2015020325 de 25 de mayo de 2015, Por la cual se permite un registro sanitario, que ante este centro se ha solicitado la concesión de un registro sanitario automático en función de la verificación de documentación técnico legal junto a la dirección de dispositivos médicos y otras tecnologías, manifestando concepto favorable para la expedición de estos registros sanitarios, donde se legaliza los diferentes materiales de lentes, entre estos el trivex y policarbonato.(18).

La mayoría de motociclistas por encima de su corrección oftálmica prefieren su comodidad, por lo tanto, el conducir de noche les genera una disminución visual; si a esto se le adiciona el uso de la visera del casco en malas condiciones (rayadas) se disminuye la resolución frente a las luces de automóviles o inclusive otras motocicletas provocando así también el incremento de accidentes de tránsito (19).

## **2.2 Pregunta de investigación**

Debido a lo mencionado anteriormente, se busca diseñar y establecer un prototipo de dispositivo que contiene dos lentes en material Trivex®, por lo que estos han demostrado mayor resistencia a los impactos acompañado de un sistema de anti-rayado, lo cual irán incorporados en el interior del casco, adicionándole una capacidad fotocromática (Transition®). Asimismo, retirando la visera interna para generar la modificación de la incorporación del dispositivo, mediante las nuevas tecnologías de personalización como sería: el ángulo pantoscópico, la altura focal, la distancia al vértice, la distancia focal, formulas personalizadas, etc. Lo anterior, con el fin de dar solución a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se puede incorporar la corrección óptica al interior de los cascos para motocicletas?

### **3. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar y fabricar un prototipo de dispositivo de corrección óptica incorporado en el interior de los cascos de motocicletas.

#### **3.1 Objetivos específicos:**

- Establecer los parámetros para la elaboración del dispositivo de lentes con corrección óptica incorporado en el interior de los cascos.
- Desarrollar un boceto del prototipo del dispositivo de lentes con corrección óptica incorporados en los cascos para motocicletas.
- Construir un prototipo de dispositivo de lentes con corrección óptica incorporados en el interior de los cascos para motocicletas.

#### 4. JUSTIFICACION

El uso de motocicletas en los últimos años tuvo un crecimiento exponencial (20), por esto se ha considerado el transporte en motocicletas como uno de los más reconocidos por su versatilidad y fácil manejo, sin embargo, también ha presentado una alta tasa de accidentalidad vial, no solamente relacionado a faltas transitorias sino también a un aumento de accidentalidad por deficiencias en la visión o condiciones inapropiadas en las estructuras visuales del casco, generando así el aumento de riesgo y consecuencia de accidentes.(19).

La oscuridad de la noche constituye, en sí misma, un factor de riesgo en la conducción. Se estima que el 40% de los afectados mortales en accidentes de tráfico ocurren en esa franja horaria. Asimismo, el riesgo de sufrir un accidente automovilístico se duplica, llegando incluso a multiplicarse por cuatro durante la noche, en caso de que el conductor sea de edad avanzada (21). Si no se tienen los protocolos visuales adecuados para una responsable y necesaria conducción, se puede incrementar la probabilidad de accidentalidad, es decir, todo conductor con defectos refractivos obligatoriamente debe de utilizar su corrección óptica durante el trayecto prolongado, asimismo la mayoría de estos motociclistas ausentan esa corrección por motivos de comodidad, por lo tanto, en un horario nocturno se duplica ese defecto refractivo, disminuyendo más su agudeza visual e incrementado aún más los accidentes de tránsito.

Una de las condiciones por las que se ve afectado el uso nocturno de los cascos es la agudeza visual, la cual consiste en la capacidad que posee un individuo de reconocer o discriminar letras, símbolos u objetos en determinadas condiciones de iluminación (22). Cuando un individuo posee agudeza visual baja, la visión tiende a tornarse más borrosa, provocando una percepción de los objetos poco clara en comparación de una persona con una agudeza visual en óptimas condiciones. Al relacionarse con la conducción de motocicletas, la agudeza visual baja, provoca

consecuencias e inconformidades al manejar. Se puede llegar a resultados catastróficos y por supuesto no esperados accidentes, por lo tanto, una buena corrección óptica en motociclistas es fundamental para el bienestar y comodidad frente a la conducción.

Los cascos de las motocicletas contienen un diseño totalmente cerrado que cuentan con una visera interna y externa, las cuales están diseñadas con material de policarbonato (23), un material fácil al rayado (24). Esto genera viseras en malas condiciones que producen pérdida de transparencia y visibilidad provocando que los motociclistas se nieguen a usarla.

Uno de los motivos de consulta de optometría más comunes son cuerpos extraños incrustados en córnea o conjuntiva por manejo de motocicletas con ausencia de las viseras, teniendo como resultado eventos adversos oculares consideradas emergencias (25).

En la actualidad, la mayoría de los conductores que necesitan lentes oftálmicos y tienen formulas bajas, evitan usarlos para una mayor comodidad frente a las molestias que ocasionan el marco oftálmico junto al casco, provocando así una inadecuada calidad visual que conlleva a mayor probabilidad de sufrir un accidente de tránsito, también las viseras en malas condiciones proporcionan una inadecuada calidad visual generando que los conductores omitan usarla y provocando alteraciones como ojo seco por la constante exposición al viento o alteraciones más severas por una exposición persistente al sol.

Cada una de las variables mencionadas anteriormente son los motivos principales de todas las falencias frente a la salud y calidad visual frente a las condiciones del manejo motociclista, por ende, la sociedad en la actualidad necesita innovaciones pero que generen un beneficio tanto en el presente como en el futuro y más si está relacionado a la salud física.

Por consiguiente, se presenta la alternativa de la fabricación e incorporación del dispositivo de lentes con corrección óptica en el interior de los cascos para motocicletas que proporcionaría solución a la problemática presentada, estos lentes incorporados se fabricaran en un material mucho más resistente con protección al rayado proporcionado mejor calidad óptica, protección y comodidad a los motociclistas.

## **5. MARCO TEORICO**

### **5.1 Crecimiento económico de motocicletas**

El mercado de las motos en nuestro país tiene un notorio aumento (20), Las motos son un elemento fundamental en el parque automotor colombiano, su estimulación fue más impetuoso que la de los automóviles de cuatro ruedas, no obstante el fragmento de lujo solo pesa 2,5 por ciento en la feria de motocicletas, mantiene un extenso potencial de desarrollo; (26) a este medio de transporte se le suma el acompañamiento de accesorios fundamentales como lo son, los cascos, guantes, chalecos reflectores, entre otros.

### **5.2 Evolución del casco y sus componentes**

Según la Norma técnica de cascos NTC 4533, el diseño básico del casco para motocicleta contiene una coraza en la parte externa resistente que abarque recursos suplementarios de absorción de la energía del impacto, y un método de retenimiento. El casco protector puede contener un equipado con aletas para la parte auditiva (orejas) y un material que cubra el cuello, también cuenta con una visera que se puede desprender, un visor y una cobertura facial subalterno. Si contiene una cobertura facial inferior no protectora, la superficie periférica de la cubierta debería tener la frase implantada “No protege el mentón contra los impactos”. (27).

Ningún elemento o dispositivo puede estar incorporado o adherido en el casco para motocicleta, a menos que esté valorado o diseñado de algún modo que no genere lesiones y que, cuando se añada o se integre al casco protector, el casco para motocicleta continúe cumpliendo las condiciones de esta norma.(27).

En la mayoría de los casos, el casco que es el principal elemento de protección cuando se viaja en moto, contiene un sistema de ventilación y

refrigeración, calota interior y la visera hecha en policarbonato. Este ha sido usado como un accesorio de uso estético, lujoso, que va con la personalidad del conductor, sin tener la conciencia suficiente de la utilidad y funcionalidad que abarca su uso (23). Este elemento es un implemento fundamental en la seguridad del motorizado, su función principal es precisamente proteger la cabeza del motociclista, desde su creación ha salvado a muchas personas de lesiones graves.

El desarrollo de fabricación de un casco para motocicleta se fracciona en tres pasos bien determinados: iniciando desde el proceso y boceto, pasando por la elaboración y, por último, la implementación de pruebas de evaluación al impacto que garantizan el cumplimiento de las normativas vigentes en los distintos países. Por ende, los cascos para motocicleta se pueden fragmentar en tres partes importantes: calota externa (parte del casco decorada), calota interna de poliestireno expandido y acolchado interno. (28).

### **5.3 Cascos y viseras**

Probablemente la visera es uno de los elementos del casco más fundamentales. Este componente sin duda alguna es uno de los menos valorados, sin tener en cuenta que es una de las variantes más importantes de la seguridad activa sobre la moto. Hay varios tipos y modelos, pero no todos están aprobados y su incorrecto uso puede acarrear al conductor incluso sanciones por las autoridades pertinentes (29).

Es obligatorio el uso de un casco homologado en cualquiera de sus variantes, además del uso del equipamiento adecuado (30). Sea cual sea el tipo de casco escogido, la visera siempre tiene que estar en perfectas condiciones y en un adecuado estado para favorecer una “buena” visibilidad durante la conducción, sin embargo, los cascos pueden disminuir el campo visual y la audición de frecuencias altas.(31).

Existen muchos tipos de viseras, entre estas, predominan las transparentes y las polarizadas como grupos esenciales. Sin embargo, no todas ellas cuentan con la homologación pertinente y no todas pueden usarse en condiciones nocturnas o de baja visibilidad pese a contar con su certificado.

#### **5.4 Materiales, medidas y parámetros de personalización para el dispositivo de lentes con corrección óptica para los cascos**

Material policarbonato, es un material liviano que es resistente al impacto y ofrecen además protección UV. Una opción apta para los niños y los lentes de seguridad. (32).

El material TRIVEX®, es un material muy resistente al impacto, livianos, delgados, protección UV y con una gran propiedad de anti-rayado, se constituye de un monómero a base de uretano y se realiza en un procedimiento de moldeo por colada semejante a cómo se fabrican los lentes de plástico regularizados. Esto genera una ventaja en los lentes Trivex®, una óptica más transparente y nítida que los lentes de policarbonato moldeados por inyección (33), las lentes Transition Originales® pueden filtrar con eficacia la luz azul-violeta dañina y proporcionar una foto protección óptima para los ojos de las personas (34).

El tratamiento antirreflejo hidrofóbico consiste en el bloqueo de rayos luminosos del exterior, mejorando la visión y reduciendo el cansancio ocular, ofreciendo también una barrera invisible que fácilmente deja resbalar agua de los lentes, manteniendo altos niveles de visión y claridad. (35).

Existen unas variables que son fundamentales para la elaboración de una corrección óptica adecuada que son: distancia al vértice que hace referencia al cálculo de la distancia existente entre la cara interior y un lente con corrección, el ángulo pantoscópico consiste en el ángulo que forma la gafa con la línea vertical de la cara, la altura focal que permite un ajuste preciso del lente oftálmico, la distancia

focal consiste en la separación de los centros ópticos del lente de ojo derecho y del ojo izquierdo y el foco o punto focal, que se basa en la distancia entre el centro óptica del lente y el foco.(36).

**Tabla 1. Visera interna tradicional vs Lentes incorporados en dispositivo óptico**

<b>Visera interna tradicional</b>	<b>Lentes Oftálmicos</b>
Material policarbonato (resistente al impacto, pero fácil rayado)	Material Trivex® (Muy resistente al impacto y capacidad de anti-rayas)
Polarizado (Disminución de rayos solares, pero sin protección UV)	Polarizado Transition® (Disminución de rayos solares y protección UV)
Sin presencia de AR (Antirreflejo)	Presencia AR (Antirreflejo)
Disminución de transparencia con el tiempo	Transparencia permanente

**Tabla 2. Policarbonato vs Trivex®**

<b>Policarbonato</b>	<b>Trivex®</b>
Peso: Mas pesado	Peso: 10% Mas ligero
La claridad óptica (central): Mas estrés interno	La claridad óptica (central): Menos estrés interno, produce la visión central más aguda.
La claridad óptica (Periférica): Valor número Abbe 32	La claridad óptica (Periférica): Valor número Abbe 43, produce una visión más nítida periférica con menos aberración cromática.
Resistencia al impacto: Alto	Resistencia al impacto: Muy alto
Protección UV: 100 %	Protección UV: 100 %
Índice de refracción: 1.58.	Índice de refracción: 1.53.
Espesor: Menor	Espesor: Mayor
Resistencia química: Mala	Resistencia Química: Buena

## **6. METODOLOGIA**

### **6.1 Encuesta**

Se realizó una encuesta desarrollada por el investigador aplicada a 20 motociclistas usuarios y no usuarios de lentes oftálmicos entre los 20 y 40 años, en la ciudad de Medellín (anexo I), que consistió en un cuestionario con una serie de preguntas que sirvieron para establecer los antecedentes en el proceso de conducción y uso de gafas. Este cuestionario fue el insumo inicial de los requerimientos necesarios para el desarrollo de un prototipo de adaptación de dispositivo de lentes en el interior de los cascos.

### **6.2 Parámetros del prototipo**

Con base en lo reportado dentro de la encuesta y para la viabilidad del proyecto se tomaron medidas específicas para la elaboración del dispositivo, como: el material, grosor, medidas y exploración técnica para la modificación estructural del dispositivo con los lentes de corrección óptica:

- Material del dispositivo que puede ser en madera, balsa o en ABS.
- Distancia pupilar
- Distancia al vértice que máximo debería ser de 15mm.
- Ángulo pantoscópico que será el ángulo que se genera de la gafa con la línea vertical del rostro
- Altura Focal que consiste en la distancia del borde inferior de la montura al eje visual
- Material del lente Trivex® y película de antirreflejo hidrofóbica que ayudará desde el punto de vista óptico como estético y brindará la capacidad de eliminar los reflejos de luz que dificultan ver de forma correcta.

- Formula bajas en lentes terminados de rangos aproximados de 1.50 dioptrías y lentes tallados en formulas altas aproximados de 3.00 dioptrías en adelante, tanto en esferas como en cilindros.

### **6.3 Boceto del prototipo**

Teniendo en cuenta las variables anteriormente mencionadas, se procederá a realizar un boceto diseñado en 3D, con toda su estructura completa y medidas apropiadas. Este diseño se realizará a partir de medidas personalizadas de un paciente aleatorio.

### **6.4 Diseño del prototipo**

Con respecto a las viseras de los cascos tradicionales se realizará el retiro de la visera interna, que consta con una única función y es la polarización de la luz, por lo tanto, con su supresión va a brindar mayor espacio al dispositivo que se va a implementar con las medidas precisas y convenientes del dispositivo que contara con los lentes de corrección óptica elaborados en material Trivex®, con propiedad de anti-rayado, Transition® con propiedad de polarizado, filtro UV y AR.

Después de tener el boceto estructurado y bien diseñado con ayuda de un diseñador gráfico, un ingeniero y el laboratorio óptico, permitirá la fabricación de los lentes con corrección óptica y anexándolos en el dispositivo.

## 7. RESULTADOS

**Los siguientes datos se desprenden del análisis de los resultados encontrados de una encuesta diligenciada en línea, en la que participaron 20 motociclistas de la ciudad de Medellín, Antioquia.**

### 7.1 Encuesta

De la población encuestada, el 65% de los motociclistas manifestó la necesidad de usar gafas de corrección para conducir, de acuerdo con la legislación colombiana; mientras que el 35% refirió no necesitar corrección óptica.

A la pregunta sobre la frecuencia del uso de las gafas durante la conducción el 55% reportó usarlas algunas veces, el 30% nunca y el restante 15% respondió utilizarlas siempre.

Con el propósito de conocer su opinión sobre la comodidad del uso de las gafas dentro del casco, el 70% de los conductores reportó incomodidad para su uso. El 30% indicó no sentir molestias.

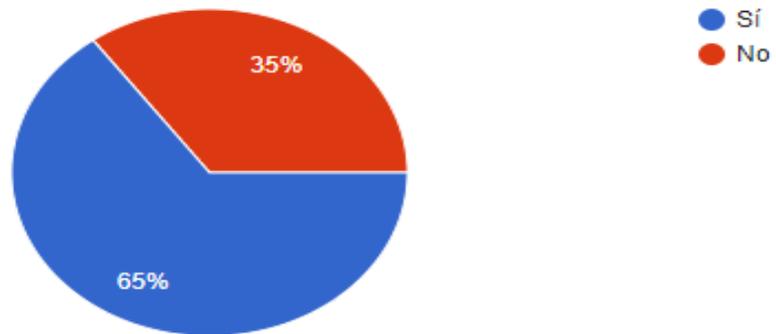
Igualmente, el estudio indagó sobre la frecuencia de uso de las viseras por parte de los conductores. El resultado arrojado en la muestra fue del 90% de uso ocasional, frente al 10% de motociclistas, que respondieron usarlas siempre.

En relación con las condiciones de calidad de sus respectivas viseras, la encuesta averiguó sobre su estado y el 40% reportó estar rayadas, el 30% opacas y el 30% restante en óptimas condiciones.

En el caso de los reportes de las viseras en malas condiciones, se preguntó si llegaba a afectar su visibilidad. El 80% reportó alteración de la visión y el 20% no manifestó afectaciones visuales.

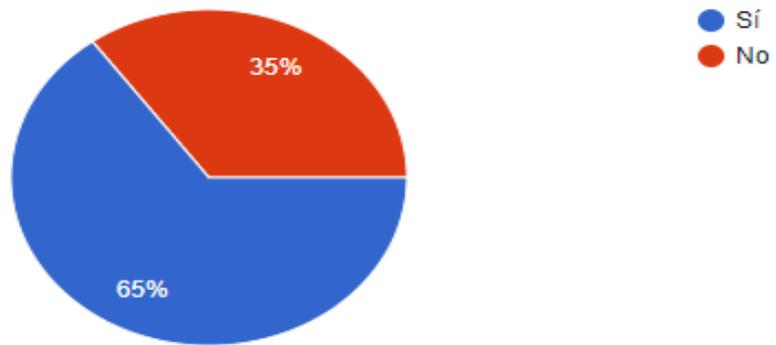
¿Según su licencia le exigen gafas para conducir motocicleta?

20 respuestas



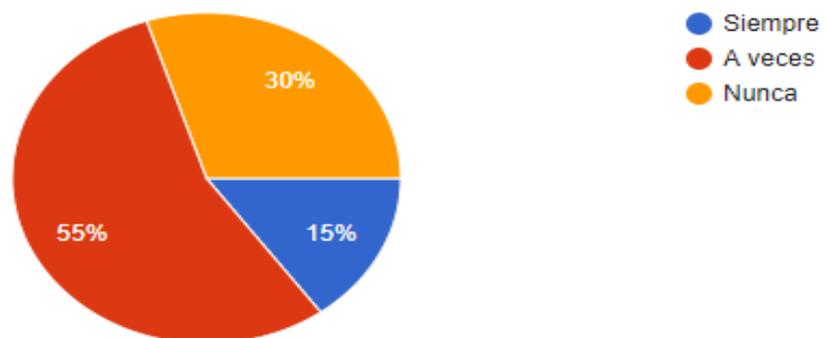
¿Usa sus gafas para conducir motocicleta?

20 respuestas



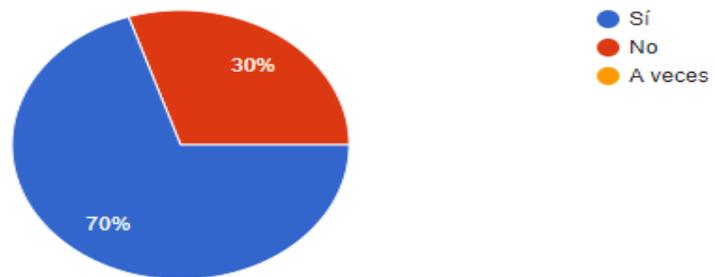
¿Que tan frecuente utiliza sus gafas para conducir motocicleta?

20 respuestas



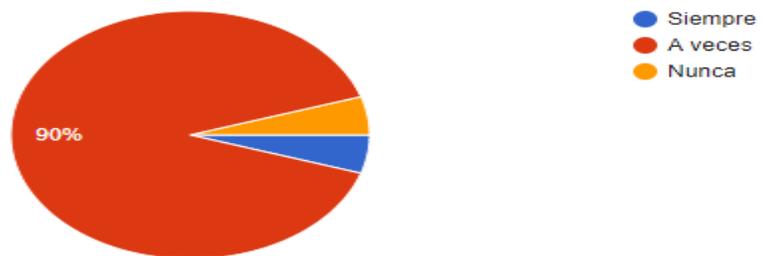
¿Se siente incomodo al utilizar sus gafas con el casco puesto, por un tiempo prolongado?

20 respuestas



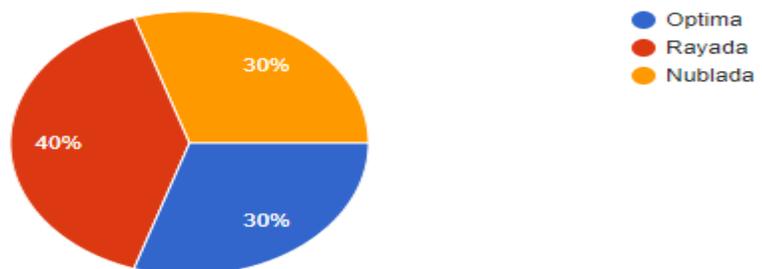
¿Que tan frecuente utiliza su visera para manejar motocicleta?

20 respuestas



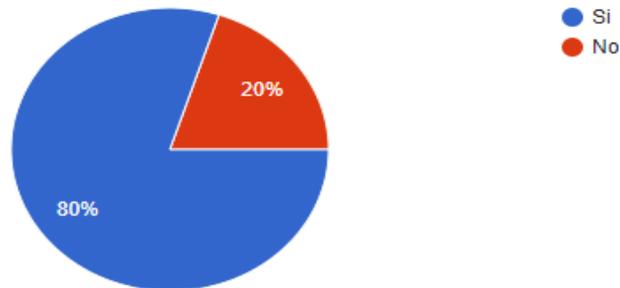
¿Cuales son las condiciones de su visera?

20 respuestas



¿Si su visera se encuentra en malas condiciones, esta le afecta para su visión al conducir?

20 respuestas



Con base en dichos resultados, se evidenció que la mayoría de los motociclistas usuarios de lentes oftálmicas prefieren no usar corrección óptica por comodidad frente a la conducción; así mismo se evidencia que el material de las viseras puede ser fundamental para los conductores, las viseras externas e internas tradicionales no proporciona con el tiempo una buena calidad óptica.

Con base en el análisis de la encuesta, se decide retirar la visera interna y se incorporará un dispositivo que contendrá la corrección de lentes ópticas en el interior del casco.

## 7.2 Variables y parámetros del casco prototipo

Se realizó la medición de las variables o parámetros de interés para el diseño y se establecieron los siguientes valores medios: supresión de la visera interna para el espacio adecuado del dispositivo, el material del dispositivo propiamente en ABS (plástico resistente al impacto), material de los lentes elaborados en Trivex® + filtro UV, AR hidrofóbico (Antirreflejo) y Transition Originales® (propiedad fotosensible inteligentes a la luz).

## Visera interna que se procederá a su retiro



Con base en esta información preliminar, se parte del precepto de buscar una solución que genere comodidad a los conductores, seguridad personal, y al mismo tiempo garantías del cumplimiento de la normatividad legal.

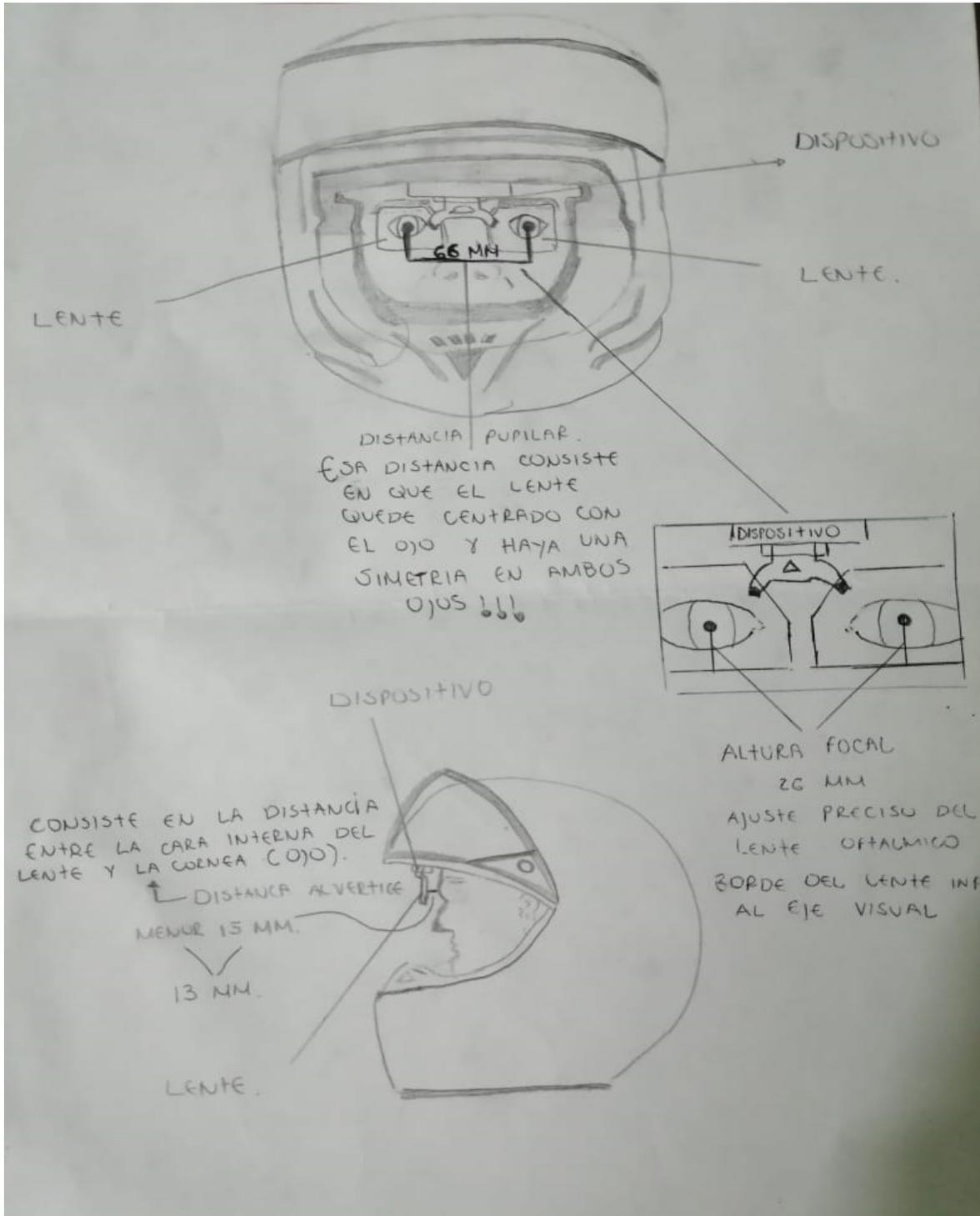
La primera decisión, es la supresión de la visera con lo cual generará mayor comodidad y cálculo para todas las medidas y así facilitar la incorporación del dispositivo. Una vez instalado, podrán realizarse las medidas como distancia al vértice, ángulo pantoscopico, altura focal, entre otras. El resultado esperado es mejorar el campo visual, la visión óptica y el confort, partiendo siempre de la fórmula personalizada.

### 7.3 Medidas establecidas para el diseño de los lentes oftálmicos

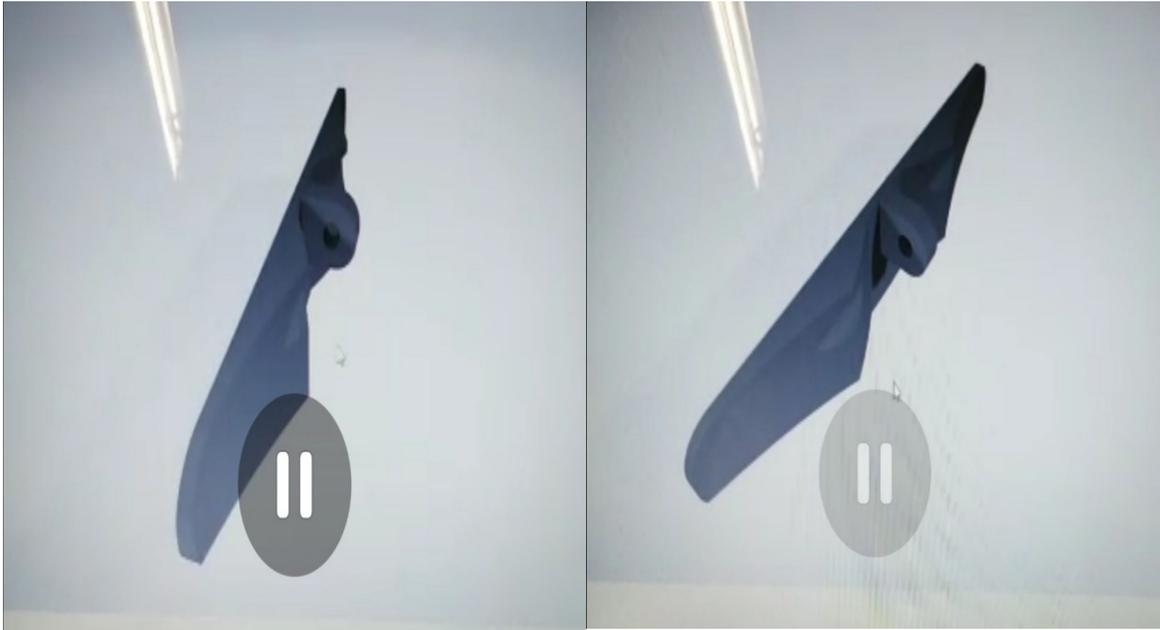


- Distancia pupilar: 66 mm (naso pupilar OD 33mm OI 33 mm).
- Distancia al vértice: 13 mm.
- Altura focal: 26 mm.
- Distancia mecánica: 79.25 mm.
- Angulo pantoscopico: 2 grados.
- Diámetro Horizontal: 59 mm
- Diámetro Vertical: 45.8 mm
- Formula: -1.00 Sph ambos lentes.

## 7.4 Boceto de dispositivo y medidas establecidas para el diseño de los lentes oftálmicos



### 7.5 Boceto y diseño del dispositivo en ABS, con pieza de soporte y pieza de montura.



Soporte en material ABS, con un diámetro horizontal de 85 mm y diámetro vertical de 13 mm, cuenta con un orificio en la parte central para el ajuste con la segunda pieza de montura propiamente en material ABS por medio de un tornillo, adicional a esto contiene dos orificios temporales que por medio de tornillos estarán incrustados en el casco para un soporte eficaz y seguro.



**7.6 Dispositivo en ABS (Impresión 3D) con lentes montados en material Trivex®, antirreflejo y Transition®**



7.7 Diseño y prototipo final de dispositivo con corrección óptica incorporado en casco



**Evolución DIGITAL, Visión IDEAL.**



## 7.8 Prueba de gafas tradicionales en casco para motocicletas



## 7.9 Prueba de funcionamiento básico de dispositivo óptico en cascos para motocicletas



## CONCLUSION

- Se desarrolló el diseño y fabricación de un dispositivo con lentes oftálmicos incorporado en cascos para motocicletas, a partir de bocetos, medidas y variables precisas.
- Según la prueba de funcionamiento básico realizada se evidencio que el dispositivo contiene lentes con corrección óptica, fabricados con un material muy resistente al impacto y un sistema de anti-rayado, acompañado también de un sistema fotocromático que ayudara al motociclista a filtrar con eficacia la luz azul-violeta dañina y proporcionar una foto protección óptima para los ojos, además ofreciendo un mecanismo de seguridad ocular oportuno que evite cuerpos extraños en la superficie ocular y complicaciones visuales durante la conducción.
- El dispositivo óptico consta de un diseño innovador y seguro para el conductor, y asimismo cuenta con un mecanismo de adaptación fijo al casco que ofrece mayor comodidad, transparencia y confort visual durante el trayecto prolongado.

## ANEXO I

---

# Encuesta para motociclistas

Encuesta para motociclistas

\*Obligatorio

---

¿Según su licencia le exigen gafas para conducir motocicleta? \*

- Sí
- No

---

¿Usa sus gafas para conducir motocicleta? \*

- Sí
- No

---

¿Que tan frecuente utiliza sus gafas para conducir motocicleta? \*

- Siempre
- A veces
- Nunca

---

¿Se siente incomodo al utilizar sus gafas con el casco puesto, por un tiempo prolongado? \*

- Sí
  - No
  - A veces
-

¿En ocasiones prefiere no utilizar sus gafas con el casco por comodidad?

- Sí
- No
- A veces

¿Que tan frecuente utiliza su visera para manejar motocicleta? \*

- Siempre
- A veces
- Nunca

¿Cuales son las condiciones de su visera? \*

- Optima
- Rayada
- Nublada

¿Si su visera se encuentra en malas condiciones, esta le afecta para su visión al conducir?

- Si
- No

**Enviar**

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rodríguez. D, Santana. M. La motocicleta en América Latina: caracterización de su uso e impactos en la movilidad en cinco ciudades de la región. Mayo [Internet]. 2015;1. Available from: <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/754>
2. Tosi JD, Ledesma RD, Poó FM. Prevalencia y evolución del uso de casco en ocupantes de motocicletas en una ciudad argentina (Mar del Plata, 2006-2014). 2014;11. Available from: <https://www.scielo.org/pdf/scol/2016.v12n1/85-95/es>
3. Motos S de. Usar lentes para manejar ¿cuál elegir? [Internet]. Octubre. 2016. p. 2. Available from: <https://noticias.amv.com.ar/destacadas/seguridad-vial-usar-lentes-manejar/>
4. Media T. ¿Se puede de llevar gafas con el casco de la moto? [Internet]. Julio. 2013. Available from: <http://blogdelamoto.com/se-pueden-llevar-gafas-con-el-casco-de-la-moto/>
5. Casco M y. GAFAS VS. LENTILLAS: ¿CUÁL ES LA MEJOR OPCIÓN PARA LOS MOTORISTAS? [Internet]. Octubre. 2014. Available from: <https://motoycasco.com/gafas-o-lentillas-contacto-conducir-moto>
6. Baviera C. Ventajas e inconvenientes de las gafas [Internet]. Mayo. 2016. Available from: <https://www.clinicabaviera.com/blog/ventajas-inconvenientes-de-las-gafas>
7. Reyes M. 5 recambios que alargarán la vida útil de tu casco de moto [Internet]. Agosto. 2018. Available from: <https://www.tienda-moto.com/blog/5-recambios-alargar-vida-util-casco-moto/>
8. López CG. Conducción y baja visión: [Internet]. Universidad de Valladolid, España; 2017. Available from: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/26369/TFM-M339.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
9. Salud O panamericana de. Cascos: Manual de seguridad vial para decisores y profesionales [Internet]. 2008. p. 182. Available from: <https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/cascos.pdf>
10. Chapman CJRP. Comportamiento de búsqueda visual de los conductores hacia usuarios vulnerables de la vía pública en los cruces en función de la experiencia de ciclismo. 2018;4. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6187498/>
11. Caparrós AE. El comportamiento humano en conducción: factores perceptivos, cognitivos y de respuesta. 2010;34. Available from: <https://www.um.es/docencia/agustinr/pca/textos/cogniconduc.pdf>
12. Ralló M, Torrents A. Estado de la visión en los conductores de España [Internet]. Cataluña; 2017. Available from: <http://visionyvida.org/wp-content/uploads/2017/10/2017-Estudio-Conducción.pdf>
13. Colprensa. Motociclista, no atropelle su salud. 26 de marzo [Internet]. 2017 Mar;3. Available from: <https://www.eluniversal.com.co/salud/motociclista-no-atropelle-su-salud-249458-KWEU359672>
14. Infante JML. Efecto del deslumbramiento en un simulador dinámico; Valladolid [Internet]. Mayo. 2019. p. 27. Available from:

- <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/38419/TFG-G3685.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
15. ride.design. I-RIDE EYEWEAR SYSTEM FOR HELMETS [Internet]. 2021. p. 2. Available from: <http://www.iride.design/I-RIDE-VXC/>
  16. Transporte M de. RESOLUCIÓN 1349 DE 2017 [Internet]. 12 de mayo. 2017. p. 60. Available from: [http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol\\_3eb39b4eae13460ca6544d7a89a224c8](http://legal.legis.com.co/document/Index?obra=legcol&document=legcol_3eb39b4eae13460ca6544d7a89a224c8)
  17. Transporte M de. Resolucion 12336 de 2012 [Internet]. 28 de diciembre. 2012. p. 59. Available from: [file:///C:/Users/hecto/Downloads/Resolucion\\_0012336\\_2012.PDF](file:///C:/Users/hecto/Downloads/Resolucion_0012336_2012.PDF)
  18. Social M de salud y proteccion. RESOLUCIÓN No. 2015020325 DE 25 de Mayo de 2015 Por la cual se concede un Registro Sanitario. 5 mayo [Internet]. 2015;3. Available from: [http://web.sivicos.gov.co/registros/pdf/1311274\\_2015020325.pdf](http://web.sivicos.gov.co/registros/pdf/1311274_2015020325.pdf)
  19. ALONSO DPG. DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO EN ACCIDENTES DONDE ESTÁN INVOLUCRADAS MOTOCICLETAS EN BOGOTÁ [Internet]. 23 de junio. 2011. p. 149. Available from: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7261/tesis503.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  20. Espectador E. Así va el mercado de las motos en Colombia. 19 de diciembre [Internet]. 2019 Dec 19;2. Available from: <https://www.elespectador.com/economia/motos-registradas-en-colombia-crecieron-4-en-noviembre-articulo-896634>
  21. Afflelou F. Estado de la visión en los conductores de España [Internet]. Cataluña; 2017. Available from: <http://visionyvida.org/wp-content/uploads/2017/10/2017-Estudio-Conducción.pdf>
  22. Hellem A, Heiting G. Definicion agudeza visual [Internet]. Mayo. 2019. p. 3. Available from: [allaboutvision.com/es/examen-ocular/agudeza-visual.htm](http://allaboutvision.com/es/examen-ocular/agudeza-visual.htm)
  23. SDI. Casco de motocicleta [Internet]. Marzo. 2018. Available from: <https://cascosdemotocicleta.com/partes-de-un-casco-de-moto/>
  24. Garcia R. Las lentes de materiales plásticos son más seguras pero tienen inconvenientes [Internet]. Marzo. 2012. p. 3. Available from: <https://cuidatuvista.com/lentes-de-policarbonato-ventajas/>
  25. Clofan C. Lesiones oculares más comunes y cómo prevenirlas [Internet]. 14 de febrero. 2020. p. 1. Available from: <https://www.clofan.com/lesiones-oculares/>
  26. Vega LV. "Colombia es uno de los mercados que más vende motocicletas en la América Latina". 11 de Diciembre [Internet]. 2020;4. Available from: <https://www.larepublica.co/empresas/colombia-es-uno-de-los-mercados-que-mas-vende-motocicletas-en-la-america-latina-3100097>
  27. Certificación IC de NT y. NORMA TÉCNICA NTC COLOMBIANA 4533. 2017;90. Available from: [https://members.wto.org/crnattachments/2018/TBT/COL/18\\_2768\\_00\\_s.pdf](https://members.wto.org/crnattachments/2018/TBT/COL/18_2768_00_s.pdf)
  28. SOYMOTERO. ¿Cómo se fabrica un casco de moto? [Internet]. Enero. 2017. p. 2. Available from: <https://www.soymotero.net/como-se-fabrica-un-casco-de-moto-21893>

29. Transporte M de. Resolucion 0001080 de 2019 [Internet]. 19 de marzo. 2019. p. 11. Available from:  
[https://www.arlsura.com/files/Resolucion\\_0001080\\_Cascos.pdf](https://www.arlsura.com/files/Resolucion_0001080_Cascos.pdf)
30. Nacionales D (La direccion de impuestos y aduanas. Resolucion 000011 de 2020 [Internet]. 31 de Enero. 2020. p. 18. Available from:  
<https://www.dian.gov.co/normatividad/Normatividad/Resoluci3n%20000011%20de%2031-01-2020.pdf>
31. Kaur PK, Manpreet J, Choity M. Effect of helmet use on visual and auditory reaction time and peripheral field of vision. 6:5. Available from:  
<http://njppp.com/fulltext/28-1548860089.pdf>
32. Optico C. Materiales de los lentes- ¿Cuáles son los mejores para tus gafas? [Internet]. 22 de enero. 2020. p. 3. Available from:  
<https://www.gafasworld.com.co/centro-optico/gafas-recetadas/materiales-de-los-lentes#:~:text=Polycarbonato%3A Lentes livianos que son,y ofrecen adem3s protecci3n UV.&text=Trivex%3A Similares a los lentes,los lentes de pl3stico regulares.>
33. Domínguez JFR. Resistencia a los impactos: una mirada óptica. 2013;11:16. Available from: <file:///C:/Users/hecto/Downloads/Dialnet-ResistenciaALosImpactos-5599158.pdf>
34. BAILLET G, GRANGER B. C Ó M O LAS LENTES TRANSITIONS ® FILTRAN LA LUZ A Z U L D A Ñ I N A. 2016;8. Available from:  
<https://www.pointsdevue.com/sites/default/files/como-las-lentes-transitions-filtran-la-luz-azul-danina.pdf>
35. Heiting G. Beneficios de las gafas con lentes antirreflejos [Internet]. Mayo. 2019. Available from: <https://www.allaboutvision.com/es/gafas/lentes-antirreflejos.htm>
36. Ray-Path® D. Personalizacion [Internet]. Mayo. 2019. p. 5. Available from:  
<http://www.digitalray-path.com/personalization/?lang=es-ES>