



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ingeniería  
Maestría en Diseño e Innovación

Diseño de un dispositivo sensorial para reducir el tiempo de reacción ante situaciones de riesgo en la movilidad urbana.

### Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de  
Maestro en Diseño e Innovación

Presenta

LDI. Katya Daniela Serrano Cruz

Dirigido por:

MDI. Anelisse Yerett Oliveri Rivera

Nombre del sinodal

Secretario: M. en C. Carlos Miguel Torres Hernández

Nombre del sinodal

Vocal: M.D.M. Cecilia Hernández Garciadiago

Nombre del sinodal:

Suplente: Dra. Magdalena Mendoza Sánchez

Nombre del sinodal:

Suplente: Dr. Juvenal Rodríguez Reséndiz

Centro Universitario, Querétaro, Qro.

Fecha de aprobación por el Consejo Universitario 2021

México



Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales  
de Información



Diseño de un dispositivo sensorial para reducir el  
tiempo de reacción ante situaciones de riesgo en la  
movilidad urbana.

**por**

Katya Daniela Serrano Cruz

se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0  
Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

**Clave RI:** IGMAC-231057

## DEDICATORIA

Dedico la elaboración del presente a las personas que con su conocimiento, tiempo, apoyo y amor, me motivaron a concluir esta etapa.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Conacyt (CVU) por el apoyo económico para generar conocimiento e incentivar la investigación en México; a la Universidad Autónoma de Querétaro, por ser mi Alma mater en el proceso de licenciatura y posgrado; a mi directora la Dr.Yerett y sínodos, por compartir su tiempo y conocimientos para enriquecer esta investigación; a la Secretaría de Movilidad del Municipio de Querétaro en específico, al personal del departamento de Vinculación y Cultura de la movilidad; a mi familia, por darme motivación a seguir preparándome; a mi madre por ser mi mayor pilar; a mi, por cumplir mis metas y a Dios, por siempre cuidar de mis pasos.

## Sumario

A Índice de contenidos.....	4
B Índice de cuadros.....	7
C Índice de figuras.....	8
D Abreviaturas y siglas.....	11
E Resumen.....	12
F Abstract.....	14
I. Introducción.....	16
II. Antecedentes.....	18
A. Movilidad.....	18
B. Movilidad urbana.....	18
C. Movilidad urbana sustentable.....	19
D. Seguridad vial.....	20
E. Tránsito.....	21
F. Educación vial.....	21
G. Cultura vial.....	23
H. Percepción del riesgo.....	24
I. Riesgos de movilidad urbana.....	25
J. Accidentes viales en México.....	26
K. Accidentes viales en Querétaro.....	27
L. Medidas de acción y estrategias contra riesgos.....	30
M. Plan estatal Querétaro.....	30
N. Plan municipal Querétaro.....	30
O. Movilidad tras una pandemia – “COVID – 19” .....	31
III. Planteamiento del problema.....	33
IV. Justificación.....	34
V. Hipótesis.....	36
VI. Objetivos.....	36
A. General.....	36
B. Objetivos específicos.....	36
VII. Metodología.....	38
VIII. Resultados y discusión.....	45
Entender – Planificar.....	45
Entender.....	45
A. Jerarquía de movilidad.....	46
B. Factores de riesgo.....	49
C. Fases del Síndrome General de Adaptación o del Estrés (SGA).....	56
D. Fase de alarma.....	57

E. Tiempo de reacción.....	59
F. Edad.....	66
G. Sensopercepciones.....	67
H. Sistema sensorial - sensibilidad somática.....	68
I. Sistema de alarma luminoso.....	72
J. Sistema de alarma sonoro.....	73
K. Electrónica.....	75
L. Componente electrónicos.....	77
M. Definiciones.....	81
Planificar.....	82
A. Diagrama de flujo.....	82
B. Similares y existentes.....	84
C. Actores clave.....	87
D. Normativas.....	88
E. Dispositivos electrónicos.....	98
Definir.....	107
Lista de requerimientos.....	107
Lista de deseables.....	107
Declaración de variables.....	108
Diagrama de componentes.....	109
Estructura funcional.....	110
Normativas.....	111
Dispositivos seleccionados.....	112
Crear.....	113
Programación.....	113
Bocetaje.....	125
Modelado.....	128
Prototipado.....	130
Implementar.....	132
Implementar.....	135
Desglose financiero.....	135
Validaciones.....	136
Estancias.....	136
Meta 1: Validación de montaje.....	137
Meta 2: Validación de funcionalidad.....	138
Meta 3: Validación de hipótesis.....	144
Meta 4: Colaboración con la Secretaría de Movilidad del Municipio de Querétaro. .....	163
IX. Conclusiones.....	168
X. Referencias.....	171
Anexos.....	183
A. Cartas de consentimiento informado “A” y “B”.....	183
B. Carta de consentimiento informado “B”.....	184

C. Patentes (similares y existentes).....	185
D. Cuestionario de percepción:.....	202

## B Índice de cuadros

### Índice de cuadros

Tabla 1: Distribución de las defunciones por tipos de usuario y grupo de edad (Secretaría de Salud, 2018).....	27
Tabla 2: Municipio con el mayor número de defunciones (Secretaría de Salud, 2018).....	29
Tabla 3: Número de víctimas muertas y heridas por tipo ( INEGI, 2018).....	29
Tabla 4: Accidentes por tránsito terrestre por tipo de accidente ( INEGI, 2018).....	29
Tabla 5: Probabilidad de sobrevivir a una colisión (Secretaría de salud, 2016).....	50
Tabla 6: Velocidad peatonal en relación con la edad y género ( Burgos & D'Otero, 2015)..	51
Tabla 7: Distribución de las defunciones en el grupo vulnerable y grupo de edad (Secretaría de Salud, 2018).....	66
Tabla 8: Clasificación de los receptores sensoriales (Tresguerres J; Ariznavarreta C; Cachofeiro V; Cardinali D; Escrich Escriche E; Gil-Loyza P; Lahera V; Mora F; Romano M; Tamargo J, 2005).....	68
Tabla 9: Principales receptores involucrados en la sensibilidad vibratoria y sus propiedades (Malamud-Kessler, Estañol-Vidal, Ayala-Anaya, Senties-Madrid & Hernández-Camacho, 2014).....	71
Tabla 10: Longitudes de onda de los LEDS en relación con la descripción del color y las sustancias(Gago, Calderón & Fraile, 2012).....	93
Tabla 11: Comparación de especificaciones (Casco, 2014).....	99
Tabla 12: Ficha técnica LED Ultrabrillante de montaje superficial (SiLed, 2020).....	103
Tabla 13: Variables ( Autoría propia, 2021).....	108
Tabla 14: Tabla de selección - Misión.....	127
Tabla 15: Tabla de selección "Visión".....	127
Tabla 16: Resultados del TR de los participantes (Autoría propia, 2021).....	155
Tabla 17: Tabla de velocidad del automóvil detectada por los sensores por participante y prueba ( Autoría propia, 2021).....	156
Tabla 18: Resultados de edad (Autoría propia, 2021).....	157
Tabla 19: Resultados de género (Autoría propia, 2021).....	157
Tabla 20: Resultados de horas de sueño (Autoría propia, 2021).....	158
Tabla 21: Resultados de ingesta de alcohol (Autoría propia, 2021).....	158
Tabla 22: Resultados de empatía (Autoría propia, 2021).....	158
Tabla 23: Resultados percepción luz (Autoría propia, 2021).....	159
Tabla 24: Resultados percepción sonido (Autoría propia, 2021).....	159
Tabla 25: Resultados relación entre color y la función de la alarma (Autoría propia, 2021). .....	159
Tabla 26: Resultados de mejora de tiempo de reacción (Autoría propia, 2021).....	160
Tabla 27: Sugerencias (Autoría propia, 2021).....	160

## Índice de figuras

Figura 1: Pirámide de jerarquía de la movilidad urbana ( IQT, 2017).....	19
Figura 2: El factor humano en el sistema de tránsito y seguridad vial (Petit, 2014).....	20
Figura 3: Porcentajes de las condiciones actuales para los ciclistas en la ciudad ( PEM, 2016).....	24
Figura 4: Tipo de desplazamiento y tiempo promedio (PEM 2016).....	24
Figura 5: Grupos denominados vulnerables (DGT, 2011).....	25
Figura 6: Bases de la metodología de la investigación ( Autoría propia, 2021).....	38
Figura 7: Metodología de la investigación ( Autoría propia, 2021).....	39
Figura 8: Riesgos del ciclista (DGT, 2011).....	49
Figura 9: Gravedad de lesiones en función de la velocidad del vehículo ( DGT, 2011).....	50
Figura 10: Campo visual de un adulto peatón y de un niño en (DGT, 2011).....	53
Figura 11: Visión central y periférica: datos de Alcaldía de Medellín ( 2015) - Autoría propia.....	54
Figura 12: Visión del conductor (Secretaria de Salud, 2016).....	55
Figura 13: Esquema de la respuesta a un estímulo (Barrio et al, 2006).....	56
Figura 14: Composición del TR (García, 1984).....	60
Figura 15: Partes sensibles del cuerpo (Inusta, 2017).....	69
Figura 16: Los Receptores cutáneos (Inusta, 2017).....	70
Figura 17: Diagrama de flujo del proyecto – Parte 1 (Autoría propia, 2021).....	82
Figura 18: Diagrama de flujo del proyecto – Parte 2 (Autoría propia, 2021).....	83
Figura 19: Figura 14 Varia™ RTL515 (Garmin,2021).....	86
Figura 20: Espectro visible por el hombre (Shoptronica, s.f).....	91
Figura 21: Curva de Kruithof (Garcia, 2018).....	91
Figura 22: Diagrama de componentes ( Autoría propia, 2021).....	109
Figura 23: Estructura funcional ( Autoría propia, 2021).....	110
Figura 24: Prototipo 1 - Conexión de componentes (Autoría propia, 2021).....	115
Figura 25: Fragmento de programación (2021).....	116
Figura 26: Prototipo 2 – Conexión de sensor LIDAR (Autoría propia, 2021).....	117
Figura 27: Fragmento del código (2021).....	117
Figura 28: Distancia en "Monitor serie" (2021).....	118
Figura 29: Distancia al techo real "150 cm" (Autoría propia, 2021).....	118
Figura 30: Unión de sistemas con sensor ( Autoría propia, 2021).....	118
Figura 31: On - LED rojo ( Autoría propia, 2021).....	119
Figura 32: On - LED amarillo ( Autoría propia, 2021).....	119
Figura 33: On - LED verde ( Autoría propia, 2021).....	119
Figura 34: Fragmento del código (2021).....	119
Figura 35: Programación a valores de corto rango (Autoría propia, 2021).....	120
Figura 36: Fragmento de la programación ( Autoría propia, 2021).....	120

Figura 37: Lectura en " Monitor serial" (2021).....	121
Figura 38: On - LED verde (Autoría propia, 2021).....	121
Figura 39: Lectura en " Monitor serial" (2021).....	121
Figura 40: On - LED amarillo (Autoría propia, 2021).....	121
Figura 41: Lectura en " Monitor serial" (2021).....	122
Figura 42: On - LED rojo (Autoría propia, 2021).....	122
Figura 43: Prototipo Inicial - " Visión" ( Autoría propia, 2021).....	123
Figura 44: Prototipo Inicial - " Misión" ( Autoría propia, 2021).....	123
Figura 45: Acercamiento a futura programación Arduino para "Visión y Misión" por Bluetooth (Autoría propia).....	123
Figura 46: Fragmento de la programación ( Autoría propia, 2021).....	125
Figura 47: Bocetos ( Autoría propia, 2021).....	125
Figura 48: Boceto de "Misión".....	126
Figura 49: Modelado - Componente "Misión" (Autoría propia, 2021).....	128
Figura 50: Modelado - Componente "Visión" (Autoría propia, 2021).....	128
Figura 51: Renderizado - Componente "Misión" (Autoría propia, 2021).....	129
Figura 52: Renderizado - Componente "Visión" (Autoría propia, 2021).....	129
Figura 53: Impresión 3D PLA rígido negro - Componente "Misión" (Autoría propia, 2021). .....	130
Figura 54: Impresión 3D PLA rígido <i>amarillo</i> - Componente de "Visión" (Autoría propia, 2021).....	130
Figura 55: Prototipo dimensional "Misión" (Autoría propia, 2021).....	131
Figura 56: Prototipo dimensional "Visión" (Autoría propia, 2021).....	131
Figura 57: Prototipo dimensional "Misión" adaptado al manubrio de la bicicleta (Autoría propia, 2021).....	132
Figura 58: Prototipo dimensional "Visión" adaptado al tubo del sillín de la bicicleta (Autoría propia, 2021).....	132
Figura 59: PCB "Misión" (Autoría propia, 2021).....	133
Figura 60: Liga y velcro para dispositivos (Autoría propia, 2021).....	137
Figura 61: Mapa de Campus Aeropuerto de la Universidad Autónoma de Querétaro ( Google, s.f.).....	138
Figura 62: Mapa de Campus Aeropuerto y área de pruebas ( Google, s.f.).....	139
Figura 63: Lay- out tentativo para pre- experimento y validación de los dispositivos.....	140
Figura 64: Ubicación de sensores y dispositivo (Autoría propia, 2021).....	141
Figura 65: Prueba 1 en Campus Aeropuerto (Autoría propia, 2021).....	142
Figura 66: Actualización de lay - out de la prueba de funcionalidad (Autoría propia, 2021). .....	147
Figura 67: Validación de hipótesis (Autoría propia, 2021).....	149
Figura 68: Usuario: Pruebas de validación de hipótesis (Autoría propi, 2021).....	150
Figura 69: Área de registro de TR (Autoría propia, 2021).....	155
Figura 70: Taller Pedaleandoando (Autoría propia, 2021).....	163
Figura 71: Actividad pedalitos (Autoría propia, 2021).....	163

Figura 72: Reconocimiento de ruta para el "Día internacional sin auto" (Autoría propia, 2021).....	164
Figura 73: Pirámide de la Jerarquía de la movilidad (Autoría propia, 2021).....	164
Figura 74: Apoyo a ruta Santa Rosa Jáuregui (Autoría propia, 2021).....	165
Figura 75: Presentación de ideas para publicidad de la redes sociales (Autoría propia, 2021).....	166
Figura 76: Bocetos y mockups del libro de la movilidad (Autoría propia, 2021).....	166
Figura 77: Publicidad para Qrobici (Qrobici, 2021).....	167
Figura 78: Cortes y vectores para realizar prototipos a escala 1:1 de las señaléticas (Autoría propia, 2021).....	167

## D Abreviaturas y siglas

CEJA -Centro de Estudios Jurídicos y Ambientales.

CESVIMAP - Centro Experimentación y seguridad Vial MAPFRE.

CONUEE - Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía.

COVID- Coronavirus disease.

CVMX- Comunidad Vial MX.

DGT- Dirección General de Tráfico.

DT- Design Thinking.

HCD - Human Center Design.

INEGI- Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

IQT – Instituto Queretano de Transporte.

ITDP - Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo.

NOM - Normativas Oficiales Mexicanas.

MAPFRE - Mutualidad de la Agrupación de Propietarios de Fincas Rústicas de España.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

OPS - Organización Panamericana de la Salud.

PEM – Plan estratégico de México.

RAE - Real Academia Española.

SEDATU- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano.

SGA - Síndrome General de Adaptación.

SNC - Sistema Nervioso Central.

TR – Tiempo de reacción

TRA – Tiempo de reacción auditivas

TRV – Tiempo de reacción Visual

## E Resumen

La seguridad vial se enfoca en las medidas adoptadas dentro de la sociedad para reducir el riesgo de lesiones o muertes en tránsito. El objetivo principal es proteger al usuario por medio de un conjunto de mecanismos de conocimiento (leyes, reglamentos, disposiciones y normas de conducta) que garanticen el correcto funcionamiento y uso de las vías de movilidad. Con el fin de salvaguardar la integridad física de las personas, busca disminuir los factores de riesgo, impulsando una convivencia armoniosa entre usuarios y minimizando los daños y efectos de un accidente.

A nivel global, la industria y el gobierno se han preocupado por reducir el número de fatalidades que involucran al sector vulnerable (peatones y ciclistas), creando e implementando mejoras en los sistemas automotrices. Dichos sistemas se basan en el comportamiento del usuario generando tecnología (seguridad activa y pasiva) para prevenir o reducir el daño en un impacto aplicado únicamente a vehículos, considerando de manera mínima la protección del sector vulnerable.

El objetivo en el estudio es brindar una opción de dispositivo auxiliar de seguridad activa a la población de ciclistas mediante comunicación de visual y auditiva. La investigación se construye en la pregunta: ¿Cómo poder disminuir el tiempo de reacción en los ciclistas ante la localización de proximidades atípicas?.

La metodología principal contiene cuatro etapas: *“Entender- Planificar – Definir – Crear- Implementar”* basado en diversas metodologías de diseño.

“Entender – Planificar” contiene un cronograma, un análisis de los recursos materiales y humanos, y los conceptos principales que involucra el ciclismo urbano y la seguridad vial. “Definir” representa los límites de la investigación, el usuario, área de oportunidad del proyecto, requerimientos y deseable de los prototipos.

“Crea” se enfoca en el desarrollo de los prototipos a escala real, dimensionales y funcionales. Involucra programación, bocetaje, modelado 3D, prototipado e implementación con el usuario. “Implementar” representa la etapa de testeo con el usuario y la validación de la hipótesis con los datos obtenidos en los protocolos de evaluación.

La validación del proyecto se realizó en el campus Aeropuerto de la Universidad Autónoma de Querétaro, con la participación de la Secretaría de Movilidad del municipio de Querétaro, específicamente con el personal del departamento de *Vinculación y cultura de la movilidad*.

El protocolo de evaluación se basó en la medición del tiempo de reacción de los participantes con y sin el uso del dispositivo de seguridad activa desarrollado en la investigación para validar la hipótesis planteada. Los resultados no fueron concluyentes debido al poco número de participantes por cuestiones de salubridad.

La presente investigación puede ser un antecedente dentro de la literatura y un parte aguas del tema en seguridad urbana y ciclista.

## F Abstract

Road safety focuses on measures taken within society to reduce the risk of road traffic injuries or deaths. The main goal is to protect the user through a set of knowledge mechanisms (laws, regulations, provisions, and rules of conduct) that guarantee the proper functioning and use of mobility routes. To safeguard the physical integrity of people, it seeks to reduce risk factors, promoting harmonious coexistence between users, and minimizing the damage and effects of an accident.

At the global level, industry and government have been concerned to reduce the number of fatalities involving the vulnerable sector (pedestrians and cyclists), creating and implementing improvements in automotive systems. These systems are based on user behavior, generating technology (active and passive safety) to prevent or reduce damage in an impact applied only to vehicles, with minimum consideration for protecting the vulnerable sector.

The goal of the study is to offer an option of auxiliary active safety device to populations of cyclists through visual and auditory communication. The research is based on the question: How can we reduce the reaction time in cyclists to cause atypical surroundings?. The method has four stages: "Understand Plan – Define – Create – Implement." Based on the methodologies Design Thinking, Human Center Design, and LEAD, which give the qualitative and practical principles step by step, it was the first path for creating the product according to cyclist's needs.

The "Understand – Plan" stage has a timetable, an analysis of material and human resources, the main urban cycling concepts, and road safety.

"Define" represents the limits of the research, such as the user, project opportunity area, the requirements, and the desires of the prototypes. "Create" focuses on develop full-scale, dimensional ,and functional prototypes. It involves programming, sketching, 3D modeling, prototyping, and user deployment. "Implement" represents the testing stage with the user and the validation of the hypothesis with the data obtained in the evaluation protocols.

The validation of the project was carried out at the airport campus of the Universidad Autónoma de Querétaro, with the participation of the Secretariat of Mobility of the municipality of Querétaro, specifically with the staff of the department of Linking and Culture of Mobility.

The evaluation protocol was based on the measurement of the reaction time of the participants with and without the use of the active safety device developed in the research to validate the hypothesis. The results were not conclusive due to the small number of participants for health reasons.

The present research can be a precedent in the literature and a milestone in the field of urban and cycling safety.

## I. Introducción

En marzo del 2010 se llevó a cabo la asamblea general de la Organización de las Naciones Unidas con el objetivo de disminuir los accidentes de tránsito en el plano nacional, regional y mundial, presentando el plan de acción de seguridad vial con la finalidad de orientar a los países al desarrollo de planes y acciones locales para un crecimiento sostenible y generar un sistema seguro ([Organización Mundial de la Salud, OMS 2011](#)). México apoyando la moción de la asamblea, el 12 de mayo del 2012, firma el acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) con el objetivo general de reducir el 50% de las muertes, lesiones y discapacidades por accidentes de tránsito ([Secretaría de Comunicaciones y transportes, 2012](#)) y a través de la Ley General de Movilidad y seguridad Vial, proyectar y generar un mejor control vial, asegurando la integridad del sector vulnerable (peatones y ciclistas), obligando al estado a establecer un sistema con condiciones aptas para una plena seguridad vial en federaciones, estados y municipios, cuyos objetivos favorecerán en la agenda 2026 ([Xantomila, 2019](#)). En el estado de Querétaro, la mayoría de la población camina para llegar a su destino, ya sea por viaje escolar o por ámbito laboral, según datos de la SEDATU, lo cual cita que todos en algún momento formamos parte del sector vulnerable en seguridad vial ([Palacios, 2019](#)). En el 2018, en el estado se registró que de cada 10 accidentes de tránsito 6 son peatones y en el municipio de Santiago de Querétaro el registro fue de 144 defunciones, de los cuales 64 fueron peatones y 3 ciclistas. ([Secretaría de Salud, 2018](#))

Hasta hace algunos años los conceptos de movilidad, tránsito, educación y cultura vial, se volvieron de suma importancia para nuestra sociedad con el fin mejorar la seguridad vial en cualquier lugar donde existe una población con la necesidad de traslado, además de cambiar nuestros hábitos con la primicia de desarrollarnos como una sociedad sostenible cada vez más segura, dando prioridad al sector vulnerable en el crecimiento urbano con el fin de que se dignifique el uso del espacio público, considerando las condiciones de accesibilidad universal ([Instituto Queretano de Transporte \[IQT\], 2017](#)).

Bajo esta primicia, el objetivo principal de la investigación es el desarrollo y diseño de dos dispositivos enfocados en los ciclistas urbanos, examinando los factores de riesgo de las proximidades atípicas durante el tránsito diario por medio de comunicaciones sensoriales con dispositivos portables para reducir el tiempo de reacción.

Los dispositivos están integrados por componentes electrónicos ya existentes en el mercado, se aplicó conocimientos de ingeniería , electrónica, diseño y revisión de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) correspondientes a los materiales, valores y rangos aceptados en México para brindarle al usuario la mayor cantidad y calidad de información de su entorno, de esta manera pueda anticiparse a situaciones que pongan en riesgo su integridad.

## II. Antecedentes

### A. Movilidad

El término tiene diferentes connotaciones dependiendo el área de estudio, por ser de uso en varias disciplinas. En el medio social puede ser abordado como las repercusiones que conlleva el desplazamiento de la población o personas en la sociedad actual ([Romero & Lugo-Morín, 2018](#)).

En la línea que involucra el término de *movilidad* encontramos *movilidad social* que es “*toda transición de un individuo, objeto o valor social —cualquier cosa que haya sido modificada por la actividad humana— de una posición a otra*”([Romero & Lugo-Morín, 2018](#)). Mientras que *movilidad del ciudadano* incluye los viajes que realiza el hombre para llevar a cabo tareas cotidianas y cumplir ciertos objetivos, este concepto es utilizado para tratamiento y recopilación de datos con el fin de generar una mejor planificación y gestión de los medios de transporte ([Sánchez-de Madariaga & Zucchini, 2020](#))

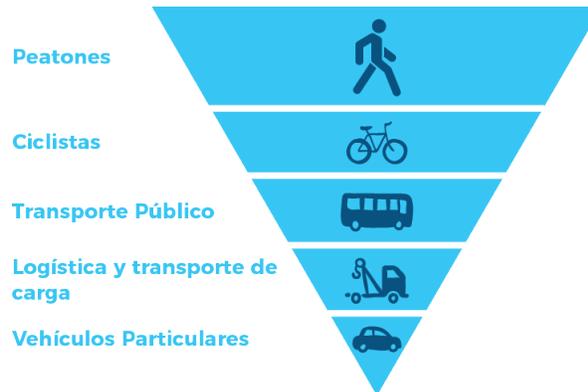
### B. Movilidad urbana

La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía [CONUEE] ([2018](#)) define la movilidad urbana como el movimiento de las personas y bienes en la ciudad, sin importar el medio utilizado: a pie, bicicleta, medio automatizado, transporte público, automóvil, etc. Diferenciando los conceptos de movilidad y de tránsito, donde último se refiere a la circulación de vehículos, principalmente motorizados.

El Centro de Estudios Jurídicos y Ambientales [CEJA] ([Rosálvo, s.f](#)) plantea que tras la declaración *El Futuro que Queremos* adoptada en 2012 en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el desarrollo sostenible (mejor conocida como Río + 20) plasma la importancia de *La sustentabilidad de la movilidad urbana*, ubicando al peatón en el primer nivel de jerarquía.

El Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo (ITDP) enuncia *La pirámide de jerarquía de la movilidad urbana* ([Instituto Queretano de Transporte - IQT, 2017](#)) que se observa en la Figura 1. La pirámide establece los niveles de prioridad en los centros de población, con el fin de dignificar el uso del espacio público, considerando las condiciones

de accesibilidad universal para las personas vulnerables y brindar una movilidad segura ([IQT, 2017](#)).



*Figura 1: Pirámide de jerarquía de la movilidad urbana (IQT, 2017)*

### C. Movilidad urbana sustentable

Se define como el medio que logra satisfacer las necesidades actuales de la movilidad sin comprometer las necesidades de futuras generaciones, contemplando los aspectos económicos, ambientales y sociales. La movilidad sustentable incentiva a la población al uso de bicicleta o moverse a pie, garantizando la seguridad de peatones y ciclistas en relación a posibles accidentes, dando prioridad a espacios verdes en el interior de las ciudades y facilitando el acceso de las personas a los servicios y bienes ([Rosalvo, s.f.](#)).

## D. Seguridad vial

La Organización Panamericana de la Salud ([OPS, 2019](#)), describe la seguridad vial como las medidas adoptadas para reducir el riesgo de las lesiones o muertes causadas en el tránsito, solicitando a los países la implementación de medidas para hacer vías más seguras para todos los usuarios desde vehículos hasta el sector vulnerable.

Comunidad Vial ([CVMX, 2017](#)) explica el concepto como la prevención de accidentes con el objetivo de proteger a los usuarios a través de un conjunto de mecanismos basados en el conocimiento: leyes, reglamentos, disposiciones y normas de conducta que garanticen el buen funcionamiento y el correcto uso de las vías de movilidad.

Busca una convivencia armoniosa, minimizando los daños y efectos de un accidente, salvaguardando la integridad física de las personas, disminuyendo los factores de riesgo. En la Figura 2, se muestra el orden del sistema de tránsito y seguridad vial aplicado en México.

### Sistemas tránsito y seguridad vial

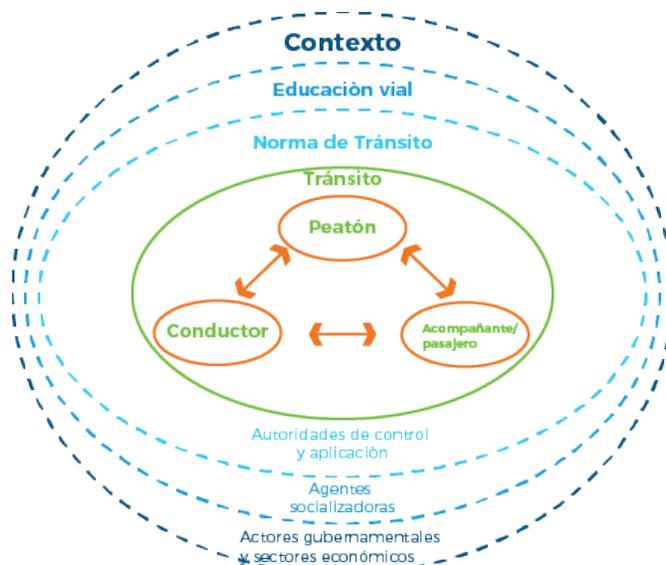


Figura 2: El factor humano en el sistema de tránsito y seguridad vial (Petit, 2014)

## E. Tránsito

La Real Academia Española (RAE) lo define como actividad *de personas y vehículos que pasan por una calle o una carretera* ([RAE, 2020](#)).

## F. Educación vial

Oviedo Sotelo ([2019](#)), expone que la educación vial es un proceso de “*desarrollo, socialización e integración de las personas a través de la adquisición de conocimientos, prácticas, habilidades y valores necesarios para mejorar las relaciones viales y aumentar la seguridad*”. Este sistema es aplicado a todos los transeúntes, desde edad preescolar hasta adultez, basada en políticas, programas, legislaciones, estrategias, voluntariados, acciones coordinadas y cooperación intersectorial. En la educación vial intervienen áreas de la ciencia, derecho, ética, psicología, sociología, ciencias de la salud, mecánica, estadística, ecología, ingenierías, etc. ([Sotelo, 2019](#))

La sombra de Arteaga, periódico oficial del estado de Querétaro, en su *reglamento de tránsito no. 336* ([2018](#)), habla de los programas basados en los artículos 115, 116, 117 y 118; donde nombra las siguientes acciones.

- Coordinación de programas y cursos en línea de tránsito y educación vial.
- Acciones cuyos temas sean: vialidad, normas de peatón y conductor, prevención de accidentes, conocimiento de señalética, conocimientos de ley, primeros auxilios y alcoholímetro.

Actos dirigidos a los alumnos de educación básica y media superior en escuelas privadas y públicas, usuarios con el objetivo de obtener una licencia y conductores de vehículos.

Algunos ejemplos de campañas que fomenta el estado son:

- El DIF Estatal de Querétaro fomenta la educación vial entre los niños y niñas, ([6 en punto, 2017](#)) a través de actividades lúdicas y formativas se tiene la finalidad de respetar el reglamento de tránsito y les permita una mejor movilidad; a dicha actividad asistieron 30 niños y niñas de preescolar. Se les indicó el uso de adecuado de: semáforos, pasos de cebra, señales de tránsito, cruce y dirección de las calles, la circulación y los puentes peatonales.

- La cruz roja y Uber promueven la seguridad vial ([2019](#)) ofreciendo talleres sobre factores de riesgo para evitar accidentes de tránsito; Valeria Segura, encargada del área de *prevención de accidentes* en la institución, explica que se contabilizan 16 mil 185 fallecidos y el 65% son usuarios vulnerables, haciendo hincapié en erradicar las creencias de justificación de los accidentes y tomando medidas adecuadas de prevención. Entre los principales factores que enuncia Valeria Segura son: velocidad excesiva, no guardar la debida distancia, invadir carril, no ceder el paso o quedarse dormido.

A pesar de que las instituciones apoyan al estado por medio de campañas para una mejor educación vial, en Querétaro aún no se percibe una mejora, declaración sustentada en los datos de la sección denominada *Accidentes viales en Querétaro*.

## G. Cultura vial

Comunidad Vial ([CVMX, 2017](#)) determina que la cultura vial es la forma en que los individuos se relacionan con las vialidades, incluyendo pensamiento, acciones, comportamientos, interés, espacio y tiempo. La cultura vial se ve reflejada en la calidad de movilidad en las calles, distribución de espacios, flujo y en la conciencia de rol de cada uno de los usuarios de los diferentes medios de transporte, propiciando seguridad para reducir riesgos de accidentes ([CVMX, 2017](#)). Una sociedad culta en el ámbito vial ahorra gastos en salud, interviene en la práctica de mejores relaciones sociales, genera ambientes sanos y sobre todo más seguros ([Sotelo, 2019](#))

El poder legislativo del estado de Querétaro 2018 – 2021 ([Dirección de Investigación y Estadística Legislativa, 2017](#)) en sus artículos 82 ,83 y 84, hace notar la responsabilidad del gobierno por promover los buenos hábitos de tránsito y mejorar las condiciones en que se realizan los desplazamientos, logrando una sana convivencia en las calles, prevenir accidentes y diseñando programas de educación vial y campañas de comunicación con el fin de difundir: la cortesía entre usuarios, preferencia a peatones y ciclistas, respeto a las reglas de circulación, personas con discapacidad, riesgos del uso de vehículos motorizados, espacios de circulación entre peatones, ciclistas y transporte público, significado y preservación de la señalética vial, programas de verificación y protección al medio ambiente.

A su vez, el plan estratégico de movilidad 2026 del municipio de Querétaro a través de diversas evaluaciones, muestra que el municipio enfrenta diversos problemas de los cuales los más relevantes para este documento son: “... *menor seguridad vial, disminución del uso de transporte y preocupaciones ambientales*” ([PEM, 2016](#)). Los resultados de dichas evaluaciones fueron con base en “*encuestas domiciliarias de movilidad en 5,300 hogares, los cuales representan a más de 17,000 personas, encuestas origen-destino vehiculares y ciclistas de intercesión recopilando 24,300 cuestionarios y conteos vehiculares y ciclistas en 22 sitios de la ciudad*” ([PEM, 2016](#)). En las Figuras 3 y 4 se visualizan dos de los resultados como, se la evaluación de las condiciones actuales en materia de seguridad vial por parte de los ciclistas (Figura 3) y los principales tipos de desplazamiento y tiempo promedio (Figura 4).

¿Cómo describiría las condiciones actuales para los ciclistas en la ciudad?

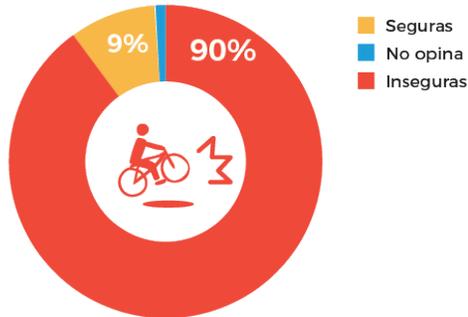
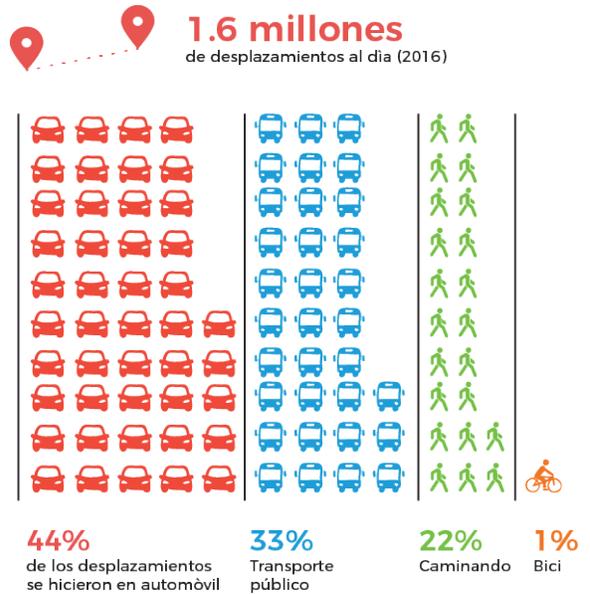


Figura 3: Porcentajes de las condiciones actuales para los ciclistas en la ciudad (PEM, 2016)



#### Tiempo promedio de viaje



Figura 4: Tipo de desplazamiento y tiempo promedio (PEM 2016)

Palacios (2019) expone que la mayoría de la gente camina para llegar a sus destinos y citando datos de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) el 78% de los viajes escolares y el 63 % de los viajes al trabajo en el estado de Querétaro, implican caminar, tomando en cuenta desde/hacia el transporte público.

## H. Percepción del riesgo

La percepción de riesgo es la habilidad de detectar, identificar y reaccionar frente a una situación o contexto de riesgo. En la conducción de un vehículo, es permanecer alerta ante algún imprevisto que pueda tomar una decisión, ya sea frenar, cambiar de dirección o de ruta, aplicado en los conductores y el usuario vulnerable (DGT, 2011).

## I. Riesgos de movilidad urbana.

En el documento *la vulnerabilidad en la movilidad urbana* define el riesgo como el resultado de una “*construcción social con influencias demográficas, económicas y políticas... ligado a la noción de desarrollo*”; en el entendimiento de que la probabilidad de ocurrir un riesgo varia conforme la cultura, ámbito geográfico, relaciones políticas y acción de la comunidad ([Rey, Cardozo, Alberto, Alberto, Falcón, Foschiatti, Lucca, Pérez, Pértile, Ramírez, 2007](#)).

Rey, ce. Et. Al. ([2007](#)). define el termino vulnerabilidad a todo aquel que involucre “... *las características de una persona o grupo desde el punto de vista de su capacidad de anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza*”(es decir, los peatones: niños, adultos mayores, personas con movilidad reducida y ciclistas, visualizados en la Figura 5) ([Dirección Nacional de Tráfico, DGT, 2011](#)), planteado a partir de problemáticas sociales y del medio socialmente construido, conocido como espacio urbano, en donde al mismo tiempo, se relacionan con otros medios de transporte a motor, englobando factores de vía pública y la gestión de la movilidad.



Figura 5: Grupos denominados vulnerables (DGT, 2011)

## J. Accidentes viales en México

De acuerdo con Organización Panamericana de la Salud (OPS), México ocupa el lugar 23 de 31 países que conforman la región con una tasa de 13.3 muertos por cada 100 mil habitantes, cifra solo un 0.1% menor a la registrada en 2014. “...Si consideramos sólo los usuarios vulnerables de la vía, es decir, peatones, ciclistas y motociclistas, el porcentaje asciende al 66.7 %, prácticamente siete de cada diez muertos en México corresponden a estos usuarios” ([Gobierno de México, 2018](#)). Los números esperan alentar a las autoridades nacionales, estatales y municipales a generar conciencia en colocar a los grupos vulnerables como prioridad en el desarrollo de las ciudades ([Gobierno de México, 2018](#)).

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) informa que, en el 2019 con base en las *Estadística de Accidentes de Tránsito Terrestre en Zonas Urbanas y Suburbanas*, la colisión con el peatón y colisión con vehículos automotor son los accidentes con mayor registro en el 2018. En víctimas muertas por accidentes se registran: 4.2% colisión con ciclista, 21.4% colisión con vehículo automotor y 23.4% colisión con peatón (atropellamiento); mientras que en víctimas heridas: 3.6% colisión con ciclista, 14.7% colisión con peatón (atropellamiento) y 38.1% colisión con vehículo automotor ([INEGI, 2019](#)).

También INEGI muestra resultado conforme al horario de ocurrencia del accidente, “entre las 19:00 y las 23:59 horas fallecieron 1,205 personas, representando el 28.5% del total de las víctimas fatales. Por otra parte, las personas fallecidas en accidentes ocurridos entre las 13:00 y 18:59 horas, asciende a 1,048 (24.8%). Por lo anterior, durante la tarde y la noche se registran el 53.3% del total de los decesos” ([INEGI, 2019](#)).

En el caso de las víctimas heridas, “el rango de horario con mayor incidencia es el comprendido entre las 13:00 y las 18:59 horas, ya que se registraron 30,030 heridos (33.7%). En segundo lugar, se encuentra el horario de 07:00 a las 12:59 horas con 23,806 casos (26.7%). De esta forma, el 60.4% de los lesionados se concentra en accidentes ocurridos durante la mañana y la tarde” ([INEGI, 2019](#)).

## K. Accidentes viales en Querétaro

Según el periódico el Universal (2018) Querétaro es de los 19 estados del país donde se recomienda reforzar los programas de seguridad vial, colocando en primer lugar el resguardo de los peatones, debido al registro de seis peatones fallecidos por cada 10 de tránsito. La falta de educación vial y de conocimientos acerca del buen tránsito puede traer consigo una serie de eventos desafortunados a terceros, como lo marca el *Perfil estatal de Querétaro 2016* en la Tabla 1, donde muestra la distribución de defunciones por tipo de usuario y grupo de edad.

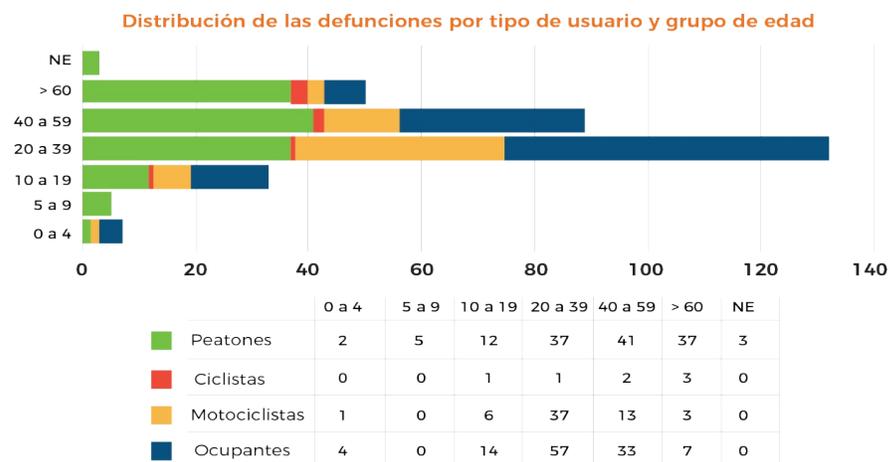


Tabla 1: Distribución de las defunciones por tipos de usuario y grupo de edad (Secretaría de Salud, 2018)

En el 2016, los dos municipios con mayor número de defunciones que se registraron en el estado son: Santiago de Querétaro con 8 mil 768 y San Juan del Río con mil 150 (Tabla 2) (Secretaría de Salud, 2018).

Entidad	Total	Peatón	Ciclista	Motociclista	Ocupante
Querétaro	144	64	3	30	47
San Juan del Río	49	24	1	5	19
El Marqués	37	16	0	5	16
Pédro Escobedo	17	5	1	3	8
Cadereyta de Montes	14	8	0	3	3

Los cinco municipios con el mayor número de defunciones según tipo de usuario, 2016

Nota: En cuanto al número de defunciones por tipo de usuario de la vía pública, para el análisis de las cifras del 2016 se utilizó un método de distribución (imputación múltiple) diferente al que se utilizaba con anterioridad (distribución porcentual) para aquellas víctimas mortales de las cuales se desconocía el tipo de usuario al que pertenecían (no especificado).

Tabla 2: Municipio con el mayor número de defunciones (Secretaría de Salud, 2018)

Mientras que INEGI (2018) refleja en la Tabla 3, el número total de víctimas, heridos y muertes en el estado de Querétaro en el 2018; y en la Tabla 4, accidentes por tránsito terrestre por tipo de accidente y población (Secretaría de Salud, 2018).

Tabla 3: Número de víctimas muertas y

Querétaro 2018		
Víctimas	Muertes	Heridos
Conductor	84	513
Pasajero	54	674
Peatón	36	289
Otras víctimas (a)	5	31
<b>Total</b>	<b>179</b>	<b>1,507</b>

Se refiere a los accidentes en zonas urbanas y suburbanas. No se consideran los eventos viales ocurridos en carreteras de jurisdicción federal.  
(a) Corresponde a víctimas no clasificadas anteriormente, tales como ciclistas y aquellas personas que estuvieron involucradas indirectamente que por sus características no se incluyen en la clasificación anterior.

heridas por tipo (INEGI, 2018).

Querétaro 2018	
Tipo de accidente	#
Colisión c/ Vehículo	10,079
Colisión c/ Peatón	304
Colisión c/ objeto fijo	2,203
Colisión c/ motociclista	871
Otros accidentes (a)	1,728
<b>Total</b>	<b>15,185</b>

Se refiere a los accidentes en zonas urbanas y suburbanas. No se consideran los eventos viales ocurridos en carreteras de jurisdicción federal.  
Incluye colisión con animal, volcadura, caída de pasajero, salida del camino, incendio, colisión con ferrocarril y colisión con ciclista.

Tabla 4: Accidentes por tránsito terrestre por tipo de accidente (INEGI, 2018).

El Universal Querétaro (2021) registra 43 accidentes que involucran ciclistas y conductores de automóviles en el transcurso del año y con un desenlace fatal para tres usuarios del sector vulnerable en tan solo una semana. Ante las nulas acciones del gobierno se realizó un manifestación para exigir la protección al ciclista el pasado 30 de junio del año en curso. (Diario de Querétaro, 2021).

## L. Medidas de acción y estrategias contra riesgos

A finales del año 2020, la ONU (Organización de las Naciones Unidas) proclama el *2021-2030 Segundo Decenio de Acción para la Seguridad Vial*, en este nuevo periodo el Gobierno de México ejecutará el *Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024* con la prioridad de mejorar la seguridad vial; las acciones que serán incorporadas en el programa son:

*“Diseñar e implementar un programa preventivo de seguridad vial.*

- 1. Incorporar mejores prácticas internacionales para incrementar la seguridad vial.*
- 2. Implementar las auditorías/inspecciones de seguridad vial en la Red Carretera Federal.*
- 3. Realizar campañas informativas para difundir entre la población los aspectos fundamentales de seguridad vial y crear progresivamente una cultura vial.”*

([CAPUFE, 2021](#))

## M. Plan estatal Querétaro

Con el fin de alinearse a los objetivos nacionales y estatales, el *Plan estatal de Desarrollo Querétaro* incluye en el *Programa Estatal de Transporte Queretano 2016 – 2021*, la movilidad sustentable, competitiva y socialmente responsable concentrado su atención en los siguientes temas: *coordinación entre el sector público y privado, proyectos integrales de movilidad y cultura de movilidad* ([Gobierno del Estado de Querétaro, 2017](#)).

## N. Plan municipal Querétaro

El *plan estratégico de movilidad para el municipio de Querétaro 2026*, llevó a cabo estudios de movilidad en la ciudad, donde realizó encuestas en ciertos sectores de la población para el desarrollo de herramientas y una mejor planificación ciudadana. Dicho plan pretende proporcionar y direccionar a largo plazo metas para una ciudad compacta y sustentable, de las cuales son relevantes para esta investigación son: **ciudad segura para todos (Visión cero)**, integración del crecimiento urbano con opciones de movilidad, ciudad multimodal, ciclismo como modo de transporte, construyendo una cultura de movilidad ([Municipio de Querétaro, 2017](#)).

## O. Movilidad tras una pandemia – “COVID – 19”

La importancia del tema planteado radica en las medidas de salubridad y recomendaciones por Gobierno de México (2020) para reducir la frecuencia de contacto entre las personas y disminuir el riesgo de propagación de COVID- 19, en el diario Oficial de la Federación (2020) se realizó un llamado a “*suspender temporalmente las actividades de los sectores público, social y privado que involucren la concentración física, tránsito o desplazamiento de personas...*”, repercutiendo en la forma y medios de movilidad, agregando a México entre los 114 países por el brote de COVID- 19 (OPS, 2020).

En México se lleva a cabo la jornada de *Sana distancia* que consiste en mantener de 2 a 3 brazos de espacio entre persona y persona (distancia de 1.5 m) en espacios, públicos y privados; en caso de ser realmente necesario salir del resguardo. Debido a la contingencia, la movilidad a nivel nacional se redujo a un 67%, datos presentados por el subsecretario de Prevención y Promoción de la Salud, Hugo López-Gatell, que a su vez afecta de forma económica a las familias que viven del día a día: “*en el momento en que se reduce la movilidad, estas personas viven en gran dificultad; por lo tanto, las medidas tienen un límite, no las podemos mantener por siempre...*”, puntualizó (Expansión, 2020). Este paro de actividades, anticipa BBVA (2020) “*que los sectores con mayor afectación inicial son comercio, restaurantes, transporte y turismo, donde actualmente se ubica el 32.7% del total de ocupados*”.

La re activación tras la crisis sanitaria y económica provocada por la pandemia es un tema tratado a nivel mundial, algunas acciones en movilidad segura son:

- España: Madrid, posterior al brote, España pretender garantizar la movilidad de la población de forma segura, tanto en el transporte público como el transporte individual, poniendo en prioridad el uso de la bicicleta, medio que garantiza el desplazamiento y permite mantener una distancia segura, apegándose a los criterios de distanciamiento social para la garantía de la salud. Crearán carriles provisionales con el objetivo de brindar espacios seguros para *peatones y ciclistas*, se incentivará a la compra de bicicletas y de alquiler al público, establecerán medidas de coordinación semafórica para *evitar la acumulación de bicicletas y*

*peatones en los cruces; los límites de velocidad de circulación serán reducidos; y se dará impulso a medidas de promoción y financiamiento ([Siglo XXI, 2020](#)).*

- Francia: La ministra para la Transición Ecológica, Elisabeth Borne, solicita a Pierre Serne, ex responsable de transportes de la Île de France, la implementación de la bicicleta como el principal medio de transporte que garantizar el distanciamiento social ([Siglo XXI, 2020](#)), además de ser identificado por los epidemiólogos como un freno frente a la propagación, ya que se espera después de la epidemia un rechazo colectivo del transporte público; aplicado al menos en trayectos cortos ([Morcillo, 2020](#)).
- Alemania: Berlín ha duplicado el ancho de sus carriles para satisfacer el aumento de tráfico y el pasado 15 de abril el gobierno federal de Alemania anuncio la apertura de tiendas de bicicletas como priorización a comercios minoristas ([Morcillo, 2020](#)).
- Italia: Milán, genera un nuevo plan de movilidad conocido como *Strade aperte* “creará 35 nuevos kilómetros de carriles bici y nuevas áreas peatonales”, mientras que el ayuntamiento plantea la reducción del uso de transporte público imponiendo “un número máximo de viajeros en el metro, el tranvía y el bus, y pintará en los vagones y en las estaciones marcas de distancia de un metro”.Algunos cambios también se llevarán a cabo en Roma y Nápoles ([Salmoirago, 2020](#)).
- “Siempre que sea posible, considere andar en bicicleta o caminar: esto proporciona distancia física mientras ayuda a cumplir con el requisito mínimo para la actividad física diaria, que puede ser más difícil debido al aumento del home office y el acceso limitado al deporte y otras actividades recreativas”, recomienda la OMS siempre y cuando el nivel de contagio haya aminorado ([Excélsior, 2020](#)).

### III. Planteamiento del problema

INEGI (2016) describe que el Municipio de Santiago de Querétaro ocupa el 5° lugar con el mayor número de defunciones a nivel estatal, con un total de 144 personas de índole vulnerable ([Secretaría de Salud, 2018](#)). Tan solo en el transcurso del año 2021, en el estado de Querétaro hubo 43 colisiones con ciclistas de los cuales , en una semana, se perdieron tres vidas humanas.

El plan estratégico de movilidad 2026 convoca al estado a convertir su movilidad en sustentable, competitiva y socialmente responsable; priorizando a los grupos vulnerables, impulsando el uso calles peatonales y bicicletas, buscando prevenir y reducir la tasa de fatalidades en accidentes de tráfico ([Gobierno del Estado de Querétaro, 2016](#)). Por otro lado, la ley general de movilidad y seguridad vial, proyecta generar un mejor control vial y asegurar la integridad del sector vulnerable, obligando al estado a establecer un sistema con condiciones aptas para una plena seguridad vial ([Xantomila, 2019](#)). También sectores industriales a nivel mundial se han preocupado por disminuir el número de fatalidades que involucran a los peatones y conductores, creando e implementando mejoras en los sistemas automovilísticos por medio del conocimiento del comportamiento de los peatones, ciclistas y conductores, ejemplo de esto son las *Medidas de protección del peatón* expuesto por el Centro experimentación y seguridad vial MAPFRE (CESVIMAP); donde describen tecnología adaptada en vehículos para evitar que se produzca un siniestro (seguridad activa) o acción pos accidente (seguridad pasiva) ([Carrera, 2015](#)).

Existen claras acciones de gobierno tratando de impulsar la empatía entre los diferentes medios de movilidad que transitan en el país, al igual que la preocupación de industrias involucradas en el sector de movilidad, pero la población vulnerable aún no se siente con la seguridad de transitar por las vialidades debido a las cifras arrojadas y descritas previamente en el texto.

Al igual que un medio transporte motorizado, los ciclistas o peatones requieren de tecnología que les brinde seguridad activa, por ende, la oportunidad de reaccionar anticipadamente a situaciones de riesgo.

## IV. Justificación

Existen 1.6 millones de desplazamientos al día ([PEM,2016](#)) de los cuales el 22% (un aproximado de 352,000 personas) que se trasladan caminando, el 1% (un aproximado de 16,000 personas) se trasladan en bicicleta o medio no motorizado a sus actividades diarias, mientras que el 33% lo hace en transporte público y el 44% en automóvil. En el estado de Querétaro, el 78% de los viajes escolares y el 63 % de los viajes al trabajo, implican caminar, tomando en cuenta desde/hacia el transporte público ([Palacios, 2019](#)). En los antecedentes se han mostrado que a nivel estatal se busca adaptar cambios necesarios para generar una movilidad sustentable; donde juega un papel muy importante la educación vial de cada habitante para generar una cultura armoniosa en el tránsito ([CVMX, 2017](#)), pero los resultados arrojados en el diagnóstico de PEM 2026, muestran aún muchas áreas de oportunidad en seguridad vial ([PEM, 2016](#)).

La seguridad vial abarca la prevención de accidentes con el objetivo de proteger a los usuarios a través de mecanismos para reducir el riesgo de las lesiones o muertes causadas en el tránsito, solicitando la implementación de medidas para hacer vías más seguras para todo usuario, salvaguardando la integridad física de las personas y disminuyendo los factores de riesgo ([CVMX, 2017](#)). Existen riesgos o circunstancias externas que se encuentra fuera del alcance y control del ser humano, sin embargo, hay alternativas que nos permiten prever o aminorar el impacto que estas pueden causar, algunos medios tecnológicos ya se han implementado en automóviles ([Carrera F. 2015](#)) . Considerando los factores de educación y cultura vial tras la crisis sanitaria que se está viviendo por la pandemia, así como la obligatoria distancia para aminorar la propagación del Covid- 19, incrementa la probabilidad del aumento de peatones y ciclistas al existir un rechazo de la sociedad al uso de medios de transporte públicos, dando pauta a más espacios para este sector vulnerable y con el fin de una mejor seguridad vial ([Morcillo, 2020](#)).

El desarrollo de este proyecto está enfocado a reducir el tiempo de reacción de un usuario ante una situación externa de riesgo, la promoción del uso de medios no motorizados y aportar una mejor educación y cultura en materia de seguridad vial en Querétaro.

Se pretende que, a través del diseño de un objeto implementado en el sector vulnerable

en comunicación con los sentidos del cuerpo, se genere tecnología activa para el sector vulnerable, partiendo del uso de componentes electrónicos existentes en el mercado y aplicando conocimientos en electrónica, ingeniería y diseño, en pro de una *visión cero*.

## V. Hipótesis

H1: A partir de un dispositivo de comunicación sensorial, se podrá reducir el tiempo de reacción un 10% en ciclistas urbanos ante la localización de proximidades con posibilidad de colisión al usuario, partiendo del uso de componentes electrónicos existentes en el mercado y aplicando conocimientos en electrónica, ingeniería y diseño.

Variables:

- Dependiente:Tiempo de reacción de ciclistas
- Independiente:Sistemas de alarma auditivo y visual , Dispositivo de lectura de aproximación. (lectura de señales para recibir señal) y trayectoria de objetos con posibilidad de colisión.

## VI. Objetivos

### A. General

Diseñar un dispositivo sensorial de seguridad activa para ciclistas en materia de movilidad mediante comunicaciones sensoriales, que reduzca el tiempo de reacción ante la localización de proximidades con posibilidad de colisión.

### B. Objetivos específicos

1. Analizar factores de riesgo en seguridad vial de los grupos vulnerables para establecer parámetros de la localización de proximidades atípicas a partir de los rangos de velocidad y distancia.
2. Establecer parámetros de tipos de reacción de los usuarios ante estímulos sensoriales con base en el SGA (Síndrome General de Adaptación o del estrés) para definir los requerimientos de los dispositivos.
3. Analizar los dispositivos del mercado por medio de tablas comparativas para seleccionar las opciones ideales para el desarrollo del prototipo.
4. Establecer tiempos de reacción de los usuarios ante estímulos sensoriales por medio de recolección de literatura con autores que previamente realizaron experimentos similares para generar una base de datos y realizar comparativas

de estos tiempos en la evaluación de la hipótesis.

5. Revisar las Normas Oficiales Mexicanas que estén involucradas en el desarrollo del proyecto para considerar en el desarrollo del prototipo por medio de tabla de rangos y condiciones.
6. Desarrollar un prototipo funcional por medio de la implementación de componentes electrónicos existentes en el mercado para pruebas de campo.
7. Elaboración de experimento para validación del producto funcional por medio de protocolos para medir percepción, funcionalidad y viabilidad.

## VII. Metodología

La metodología principal de la investigación se basa en Design Thinking (DT) y Human Center Design (HCD), porque proporcionan los principios, prácticas para la investigación y desarrollo del producto con un enfoque de empatía, colaboración, experimentación y audacia que se requiere para llegar al mercado meta.

A continuación, se describen brevemente cada una de las metodologías nombradas para conocimiento de su proceso y enfoque.

### A DESIGN THINKING (Base del proyecto)

Metodología de 4 etapas: **planificar, entender, idear e implementar**; enfocada a combinar la empatía con la creatividad y racionalidad para llevar las soluciones al contexto, tomando en cuenta las emociones y deseos del usuario ([INSITUM, 2014](#)).

*“Design Thinking comienza estableciendo una comprensión profunda para quien estamos diseñando (empatía). Conocer nuestros usuarios como personas reales con problemas reales, y no verlos como objetivos de ventas o estadísticas demográficas.”*  
([INSITUM, 2014](#)).

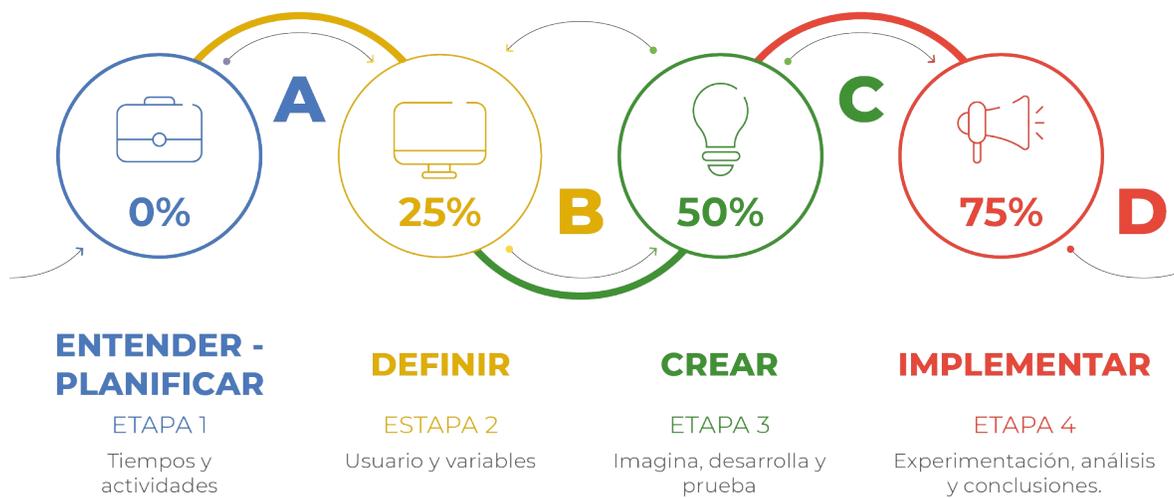
### B HUMAN CENTER DESIGN (HCD) – DISEÑO CENTRADO EN LAS PERSONAS

Basada en 3 etapas: escuchar, crear y entregar; HCD ofrece a la investigación métodos de creación y solución de ideas guiado por los deseos del usuario directo, además proporcionar técnicas de acercamiento y recopilación de datos ([IDEO, 2020](#)).

En la Figura 6 y 7 se muestra la metodología aplicada a la investigación:



Figura 6: Bases de la metodología de la investigación ( Autoría propia, 2021).



igura 7: Metodología de la investigación ( Autoría propia, 2021).

F

## **Entender – Planificar:**

Entender:

Pregunta de investigación:

**¿Cómo poder mejorar las reacciones anticipadas del sector vulnerable ante la localización de proximidades atípicas?**

“Entender” se deriva la primicia de conocer contexto en el que se desenvuelve el usuario, la problemática que va atacarse , los conceptos de mayor importancia y los actores principales.

La investigación se desarrolla en el municipio de Santiago de Querétaro, Qro; por esta razón es importante abordar temas de seguridad vial desde las acciones de gobierno y documentos que respaldan y apoyan al tránsito seguro en las vialidades, un ejemplo es *Jerarquía de movilidad* (Gobierno del estado de Querétaro, 2019), siendo el reglamento de tránsito en el estado.

En esta etapa también se plantean los factores de riesgo en la movilidad a los que se enfrenta el sector vulnerable, como la velocidad, lesiones a causa de accidentes, medios de comunicación con el entorno que los rodea y horarios.

Dentro del campo de la comunicación del usuario y el entorno que los rodea, podemos encontrar el factor SGA (Síndrome General de Adaptación o del Estrés), a su vez, como este termino se ve afectado por la edad y por consecuencia como afecta el TR.

En esta fase del proyecto se adhieren conceptos de temas de electrónica ( leyes y componente electrónicos) y definiciones de unidades de medición aplicadas en la investigación.

## **Planificar**

La relevancia de esta fase radica en dimensionar los alcances del proyecto en un determinado periodo de tiempo, con la finalidad de delimitar las actividades para culminar la investigación en tiempo y forma que solicita CONACYT (duración de la maestría: 2 años).

Es importante prever tiempos y etapas de la metodología por medio del desarrollo de un cronograma que defina la duración de cada etapa del proyecto a lo largo de los dos años. La elaboración de diagramas de flujo para estimar las etapas de desarrollo del proyecto, investigación, así como desarrollo del prototipo (pruebas previas al diseño y posteriores al diseño, de función electrónica y carcasa).

En esta fase se podrá estimar recursos, generando tablas donde se concreten los medios metodológicos para la validaciones, el descubrimiento de los actores clave (grupo de personas que conforman el sector vulnerable en materia de movilidad para poder definir usuario directo o de enfoque para todo el proyecto), además de conocer lo similares y existentes en el mercado, recursos electrónicos disponibles basados los conceptos planteados en la etapa de *Entender* y en las Normativas Mexicanas que sustenten el desarrollo y ejecución del prototipo .

Es necesario en todo momento llevar una documentación y evidencia de los métodos realizados para generar un sustento fuerte para la comprobación de la hipótesis planteada.

## **Definir**

La principal actividad en esta etapa es delimitar los alcances y el enfoque del proyecto, el área de oportunidad, usuario (ciclista) , sistemas de alarma, posición del o los dispositivos a prototipar y distancias de aproximación de los objetos atípicos con posibilidad de colisión.

Con base a los objetivos general y específicos, en esta fase se enfoca el proyecto a los factores de riesgo del sector vulnerable como campo de visión, velocidad y horario de traslado, además se definen los requerimientos y deseables para el prototipo

De la misma forma se precisa los tipos de reacción de los usuarios ante estímulos sensoriales con base en el SGA (Síndrome General de Adaptación o del estrés) (Camargo, 2010) así como sistemas sensoriales y mediciones, reacciones del usuario dependiendo edad (¿Qué usuarios tienen mejor respuesta ante estímulos sensoriales?), estimulación del sistema sensorial a través adaptaciones en un producto. Se establecen las variables dependientes (TR) y las independientes, basadas los sistemas de alarma del cuerpo con las Normativas correspondientes.

En el área electrónica se establecen los componentes para la programación y simulación (tablas comparativas basándose en los datos arrojados de los temas anteriores para delimitar los componentes necesarios para el prototipo), materiales de aislantes tentativos de elaboración de carcasa.

## **Crear:**

Se divide en cuatro sub etapas: Programación, bocetaje, modelado, prototipos e implementación.

- Programación:

En la primera parte del diseño del prototipo se manejan los componentes electrónicos seleccionados en la etapa *Definir*, se generan tablas de costos y proveedores; también se plantea la estructura funcional y se comienza a trabajar con un seudo código.

Se lleva a cabo la elaboración del circuito, programación del dispositivo y pruebas de funcionalidad, así como métodos de validación dependiendo medidas en los requerimientos o normativas y objetos de medición.

Posterior a estas actividades, se procede al diseño de tarjeta PCB, delimitado por las medidas del o los dispositivos.

- Bocetaje:

A la par de proceso de diseño de tarjeta PCB, se realiza la creación de bocetos para los dispositivos, dando opciones de forma y tamaño, sometiendo las opciones a una matriz de Pug para seleccionar el diseño más adecuado.

- Modelado:

Uso del programa CATIA para la elaboración del modelo 3D, en conjunto con los componente electrónicos para realizar un previsualización del acomodo en el interior de dispositivo.

- Prototipado

Se realizan prototipos rápidos (cartón, ligas, etc) y prototipo dimensionales, por medio de tecnología de impresión 3D.

- Implementación

Se evalúan los prototipos rápidos y dimensiones con las pacas PCB y los componente electrónicos, posterior a la actividad, los dispositivos se someten a evaluaciones con el usuario de montaje, usabilidad y funcionalidad.

**Implementar:**

En la fase final, se desarrolla un protocolo de experimentación para comprobar la hipótesis, utilizando métodos para la medición de las variables dependientes e independientes.

Es necesaria para la etapa definir locación, usuarios, recurso humano capacitado, recurso material y los documentos éticos para el experimento.

En esta etapa, una vez concluido el experimento, se llevará a cabo el análisis de las evidencias recolectadas, se definirán resultados y se redactarán las conclusiones pertinentes dando paso a la comprobación de la hipótesis

**Consideraciones éticas:** El desarrollo de la presente investigación requiere de datos obtenidos de los usuarios como fuente de información y en pruebas de validación con probables casos de riesgo físico; los participantes serán notificados por medio de una carta de consentimiento informado en ambos casos y en todo momento tendrán conocimiento de las actividades en las que se requiera, que únicamente tendrán uso de investigación y educativo. **Todos los datos serán tratados de forma estadística y referenciada de forma numérica por lo cual no se tratará con datos personales que vulneren la integridad de la persona. Las cartas pueden visualizarse en el Anexo 1.**

## VIII. Resultados y discusión

### Entender – Planificar

#### **Entender**

Orellana, Hermida & Osorio ([2017](#)) plantean en su documento *Comprendiendo los patrones de movilidad de ciclistas y peatones* que las percepciones de riesgo y seguridad están relacionadas con el comportamiento grupal y la edad; un ejemplo son las personas de la 3ra edad y la valoración de señalética, ya sea vertical u horizontal brindándoles un sentido de seguridad, mientras que los usuarios más jóvenes prefieren rutas con obstáculos.

Entre los principios rectores que enuncia la Organización Mundial de la Salud ([OMS, 2013](#)) son las condiciones seguras al caminar, porque es la forma en como comienzan y terminan los desplazamientos del hombre ya sea de un traslado largo o corto, siendo esta actividad benéfica para la salud. Varios países, incluido México, han anunciado y aplicado políticas que fomenten los diferentes medios de transporte como lo es el plan nacional 2026; por desgracia algunas situaciones, como el incremento de peatones con lleva un mayor riesgo de colisiones o traumatismos a causa de accidentes de tránsito.

Es necesario en marcar las obligaciones del sector vulnerable (peatones: niños, personas de la tercera edad y personas con discapacidad; y vehículos no motorizados) para obtener el panorama completo y no victimizar ningún sector involucrado en materia de riesgos en la movilidad ([DGT, 2011](#)).

El Reglamento para la Movilidad y Tránsito del Municipio de Querétaro, en la Ciudad de Santiago de Querétaro enuncia las siguientes disposiciones generales para el uso de las vías públicas:

## **A. Jerarquía de movilidad**

- I *“Peatones, en especial personas con discapacidad o movilidad limitada;*
- II *Vehículos no motorizados y vehículos de movilidad urbana;*
- III *Vehículos para el transporte público;*
- IV *Transporte de carga, y*
- V *Vehículos motorizados de uso particular y motociclistas. Estos deberán dar prioridad a todos los usuarios de las vías públicas que sean peatones, conductores de vehículos no motorizados o de movilidad urbana, anteponiendo siempre la responsabilidad que conlleva intrínsecamente el hacer uso de manera consciente y atenta de la conducción de su vehículo ([Gobierno del estado de Querétaro, 2019](#))”*

### Obligaciones:

- *“Obedecer las indicaciones de los Oficiales de Movilidad, así como la señalización y dispositivos electrónicos de tránsito;*
- *Dar preferencia de paso y asistir a aquellos que utilicen ayudas técnicas o a personas con movilidad limitada;*
- *Cuando utilicen vehículos no motorizados en las vías peatonales compartidas:*
  - *Dar preferencia a los demás peatones;*
  - *Conservar una velocidad máxima de cinco kilómetros por hora que no ponga en riesgo a los demás usuarios de la vía, y*
  - *Evitar sujetarse a otros vehículos, ya sean motorizados o no;*
- *De forma previa a cruzar una vía, voltear a ambos lados de la calle para verificar que los vehículos tienen posibilidad, por distancia y velocidad, de frenar para cederles el paso, así como procurar el contacto visual con los conductores;*
- *Ceder el paso a vehículos de emergencia cuando estos circulen con las señales luminosas y audibles en funcionamiento;*
- *Cruzar por las esquinas o cruces peatonales en las vías primarias y terciarias con más de dos carriles efectivos de circulación; en vías secundarias que cuenten con un máximo de dos carriles efectivos de circulación, podrán cruzar en cualquier punto, siempre y cuando les sea posible hacerlo de manera segura;*

- *Cruzar las vías evitando hacer uso de audífonos, teléfonos celulares u otros objetos que los distraigan;*
- *Hacer uso de los pasos peatonales ([Gobierno del estado de Querétaro, 2019](#))”*

El reglamento incluye artículos del 15 al 24 enfocados a los peatones, donde los de mayor importancia para la investigación son el 15 y 19; por nombrar distancias y velocidad que se debe respetar para transitar por las vías de forma segura y se citan a continuación:

Artículo 15. Los conductores *“deben disminuir su velocidad y permitir 1.50 metros de separación (Gobierno del estado de Querétaro, 2019)”*.

Artículo 19. Las personas que transitan con patines, patinetas, bicicletas y vehículos no motorizados en espacios compartidos con el peatón *“no pueden exceder la velocidad de cinco kilómetros por hora, circular en zigzag ni tendrán prioridad respecto de los peatones ([Gobierno del estado de Querétaro, 2019](#))”*.

Los vehículos no motorizados se clasifican en bicicletas; semovientes y los que utilizan fuerza o tracción humana para su desplazamiento; los artículos que designa el reglamento de tránsito a este medio de transporte comienzan en el 37 hasta el 45, de los cuales para esta investigación los más importantes son ([Gobierno del estado de Querétaro, 2019](#)).

*“Artículo 39- Inciso V. Usar aditamentos luminosos, bandas fluorescentes o reflejantes en horario nocturno o en circunstancias de poca visibilidad.*

*XIV. Mantener ambas manos sobre el manubrio para un debido control del vehículo y en caso de transportar carga, ésta deberá ser por medio de canastilla o porta bultos;*

*XV. No conducir bajo los efectos del alcohol, enervantes, estupefacientes, psicoactivos o cualquier otro que produzca efectos similares;*

*XVII. No hacer uso de audífonos, teléfonos celulares u otros dispositivos electrónicos al desplazarse por calles, avenidas, carriles-bicicletas, ciclo carril o cualquier otra vía de circulación;*

*Artículo 42 Inciso. III. Portar objetos que impidan u obstruyan la visibilidad del conductor o lo distraigan.*

*Artículo 43. Para que un vehículo no motorizado pueda circular en las vías públicas, debe contar con los dispositivos, accesorios y condiciones que a continuación se establecen:*

*I. Encontrarse en buen estado de funcionamiento y operación...*

*III. Deberán tener luz blanca fija o reflejantes en la parte delantera y luz roja o reflejante posterior, las cuales deben servir y operar en condiciones de oscuridad, para hacer visible la unidad por ambos lados.*

*Artículo 45. En los Carril-bicicletas únicamente podrán circular bicicletas y vehículos de movilidad urbana que cuyo límite de velocidad sea de 25 km/h; y nunca deberán hacerlo en sentido contrario a la circulación, únicamente en donde así este señalado expresamente ([Gobierno del estado de Querétaro, 2019](#)).”*

Los citados con anterioridad, son los artículos que implican algunas de las obligaciones más importantes para el desarrollo de la investigación, a continuación, se plantean los principales riesgos ante proximidades atípicas.

## B. Factores de riesgo

Siendo un usuario vulnerable, el ciclista, al transitar en la zona urbana comparte la vialidad con diferentes medios de transporte, desde peatones hasta vehículos motorizados de diferentes dimensiones, lo cual, lo expone a factores de riesgo causantes de lesiones e incluso la muerte, los principales son:

- Velocidad del automóvil.
- Velocidad, aceleración y frenado del ciclista.
- Limitado campo de visión del ciclista.
- Mirar hacia atrás.
- Horario

- VELOCIDAD DEL AUTOMÓVIL

La Secretaria de Salud (2016) relaciona las altas velocidades con la baja seguridad en las calles, especialmente para los peatones y los ciclistas, ya que, a mayor velocidad, menor será el tiempo de reacción del conductor, en la Figura 8 se puede visualizar: la velocidad y en consecuencia la disminución del tiempo de reacción del conductor, ejemplificando la relación de un vehículo con un ciclista.



Figura 8: Riesgos del ciclista (DGT, 2011).

En la Figura 9, se explica la relación entre la velocidad del vehículo y la gravedad de las lesiones que puede presentar el sector vulnerable.

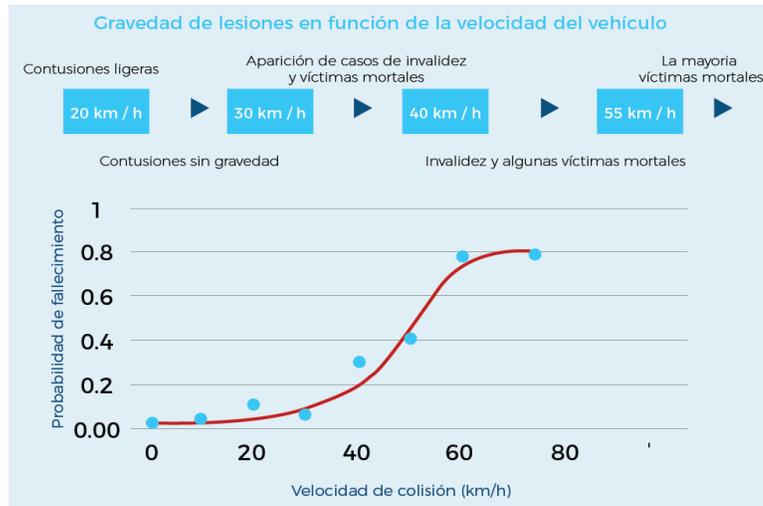


Figura 9: Gravedad de lesiones en función de la velocidad del vehículo (DGT, 2011).

En el documento *Desigualdades en seguridad vial por fallecimientos en peatones* hace hincapié en un trabajo realizado en Londres donde la reducción de la velocidad a 32 km/h en las zonas urbanas reduce el número de víctimas en un 42 % (García, Cando, Villalta, Bermudez, & Moncayo, 2020).

En la Tabla 5 se muestra la correlación de los dos factores (velocidad y espacio requerido para frenar) en tres niveles, y el efecto que tienen en la gravedad de las lesiones y la probabilidad de supervivencia del ciclista (Secretaría de Salud, 2016).

Velocidad	Espacio requerido para frenar	Gravedad de lesiones en ciclistas	Probabilidad de sobrevivir
30 km/h	13 metros	Contusiones sin gravedad	95 %
40 - 55 km/h	26 metros	Invalidez y algunas víctimas mortales	60 %
> 55 km/h	45 metros	La mayoría de víctimas mortales	20 %

Tabla 5: Probabilidad de sobrevivir a una colisión (Secretaría de salud, 2016).

- VELOCIDADES DE UN PEATÓN Y CICLISTA.

#### PEATÓN:

En el documento *variables microscópicas en la velocidad de caminata* muestra los resultados de la medición de velocidad de caminata de 1,440 peatones de la ciudad de Tunja – Colombia, permitiendo establecer a los autores los parámetros de la velocidad de un peatón en función de las variables de tipo de zona, estado de la acera y pendiente longitudinal, Tabla 6 se exponen las variaciones de la velocidad dependiendo del ancho de la acera ([Burgos & D'Otero, 2015](#)).

Velocidad peatonal en relación con la edad y género						
Grupo de edad (años)	Velocidad de caminata (m/s)					
	Mujeres			Hombres		
	Media especial	Percentil 15	Percentil 85	Media especial	Percentil 15	Percentil 85
<=12 años	1.20	1.06	1.34	1.20	1.05	1.32
>12- 25 años	1.31	1.07	1.55	1.43	1.23	1.62
>25 - 60 años	1.20	1.01	1.38	1.28	1.04	1.50
> 60 años	1	0.82	1.20	1.09	0.88	1.24

Tabla 6: Velocidad peatonal en relación con la edad y género (Burgos & D'Otero, 2015).

- CICLISTA:

En el documento se citó previamente fragmentos del Reglamento para la Movilidad y Tránsito del Municipio de Querétaro que marca el límite de velocidad en los carril-bicicletas donde solamente podrán circular bicicletas y vehículos de movilidad urbana que cuyo límite de velocidad sea de 25 km/h (patines, patinetas, bicicletas y vehículos no motorizados en espacios compartidos con el peatón) “no pueden exceder la velocidad de cinco kilómetros por hora, circular en zigzag ni tendrán prioridad respecto de los peatones”(Gobierno del estado de Querétaro, 2019). Sin embargo, la Secretaria de Salud de México (2016) en el documento Más ciclistas, más seguros, enuncia que la velocidad

promedio de un ciclista es de 20 km/h. El Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo ( Institute for Transportation and Development Policy, I. T. D. P, [2011](#)) caracteriza las velocidades dependiendo de la topografía, en promedio el ciclista tiene velocidades de 15 a 20 km/h, pero si la ruta contiene pendientes ascendentes reduce a 10 km/h, contrario a pendientes descendientes donde el ciclista llega a alcanzar una velocidad de hasta 40 km/h; en área interurbanas, las condiciones cambian debido a que el usuario no cambia contantemente de velocidad por el poco conflicto con otros usuarios , la velocidad se eleva de 25 a 30 km en terrenos planos, en pendientes descendientes con la técnica correcta alcanza lo 50km/h.

Barcelona, España; tras análisis de datos en su documento *Nuevos datos para una nueva cartografía de la movilidad ciclista en la ciudad* revela el comportamiento de mensajeros ciclistas y usuarios habituales con un perfil masculino de entre 18 y 42 años, con una velocidad promedio de 19.6 km /h a comparativa del ciclista habitual de 15.4 km/h ([Romanillos & Palomares, 2018](#)).

Rubianes Mora ([2018](#)) despliega un análisis de los factores principales que influyen en la velocidad de un ciclista, de los cuales para uso de la presente investigación se citan los siguientes: para mantener la estabilidad de una bicicleta se necesita una velocidad por lo menos de 12 km/h y para facilitar la actividad es necesaria una velocidad de 20km/h, el rango de velocidad “normal” es de 15 a 20 km/h , dependiendo de los rasgos del ciclista, propiedades de la bicicleta y condiciones ambientales. El documento desarrollado por el autor nombrado, cita al estudio de la federación de ciclistas de Holanda (Balance ciclístico) donde la velocidad percentil 5 es de 13 km/h y del percentil 95 casi 16 km/h, recomendando “*un diseño para velocidades de 20 km/h*” ([Rubianes Mora, 2018](#)).

Rubianes toma factores importantes, como la aceleración y frenado, partiendo de la posición estática dando un valor de 0,8 a 1,2 m/s<sup>2</sup> de aceleración; mientras que la desaceleración dependerá de varios factores, pero asume que el valor de unos 1,5 m/s<sup>2</sup> (frenado cómodo) a unos 2,6 m/s<sup>2</sup> (frenado de emergencia) ([Rubianes Mora, 2018](#)).

En conclusión a mayor velocidad del vehículo mayor la gravedad del incidente al ciclista.

- CAMPO DE VISIÓN

Otro de los factores de vulnerabilidad según la Dirección General de Tráfico de España (DGT) (2011) es el campo de visión, desde el peatón hasta el conductor, en la Figura 10, expone gráficamente los grados del campo de visión de un peatón (Secretaría de Salud, 2016).



Figura 10: Campo visual de un adulto peatón y de un niño en (DGT, 2011).

- CICLISTA:

El campo de visión en ciclismo es diferente, la velocidad adquirida y el terreno en el que se desarrolle marca las necesidades visuales del mismo, integrado principalmente por el **campo visual lateral y el campo visual externo** percibiendo los movimientos y actitudes (utilizado en competencias), mientras que, en una ruta carretera, los estímulos provienen principalmente del medio auditivo y un campo visual agudo (Rodríguez, Gallego & Zarco, 2010). Complementando la información, la 3ª edición del *manual del ciclista urbano de Medellín* (2015) aporta que montar en bici es estar alerta y sus principales guías son la vista, el oído y el olfato; por medio de ellos es capaz de tomar decisiones inmediatas cuando sea necesario. Entre los principales actores en el campo visual es: **la visión periférica que abarca 180° al frente (Figura 11)**, la cual permite tener una idea general del flujo vehicular, de la densidad del tráfico, alternativas de movimiento y la velocidad; a su vez es complementada por la **visión central, que abarca un espectro aproximado de 30°**, que le permite al ciclista un mayor nivel de detalle, brindándole al usuario un entorno general de su espacio, y desplazamiento.

*En la calle mire siempre hacia el frente, adelante, tratando de abarcar con la mirada hasta diez o quince metros (más o menos el espacio que ocupan tres carros) ([Alcaldía de Medellín, 2015](#)).”*



*Figura 11: Visión central y periférica: datos de Alcaldía de Medellín ( 2015) - Autoría propia.*

- **MIRAR HACIA ATRÁS**

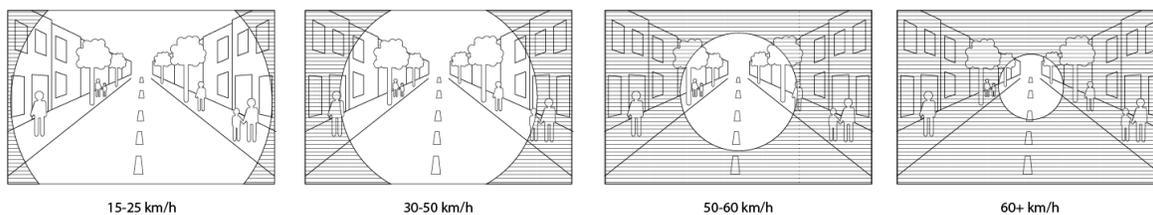
Esta acción se lleva a cabo para anunciar cambio de vía o mejorar la ubicación en la calle y puede ser un movimiento peligroso si no se realiza con criterio preventivo; el ciclista debe asegurarse de tener completo control de la bicicleta, clara visión periférica para notar el comportamiento de su entorno, revisar el frente para cerciorarse de ninguna situación que necesite de su atención, realizar el movimiento con seguridad y rapidez y repetir la actividad de ser necesario hasta tener la confianza de realizar el cambio o movimiento de dirección en la bicicleta ([Alcaldía de Medellín, 2015](#)).

En conclusión, la visión central y periférica combinada con la acción de mirar hacia tras, brinda al ciclista mejor conocimiento de su entorno, pero al mismo tiempo es inevitable que tenga puntos ciegos al llevar a cabo el giro de la cabeza.

- CONDUCTOR:

Mientras tanto, el campo de visión de un conductor depende de la velocidad del mismo, como se muestra en la Figura 12.

Cuando aumenta la velocidad, disminuye la visión periférica.



Visión del conductor (Secretaría de Salud, 2016).

Figura 12:

- HORARIOS

INEGI muestra resultado conforme al horario de ocurrencia del accidente, “entre las **19:00 y las 23:59 horas** fallecieron 1,205 personas, representando el 28.5% del total de las víctimas fatales. Por otra parte, las personas fallecidas en accidentes ocurridos entre las 13:00 y 18:59 horas, asciende a 1,048 (24.8%). Por lo anterior, durante la tarde y la noche se registran el 53.3% del total de los decesos” (INEGI, 2019).

En el caso de las víctimas heridas, “el rango de horario con mayor incidencia es el comprendido entre las **13:00 y las 18:59 horas**, ya que se registraron 30,030 heridos (33.7%). En segundo lugar, se encuentra el horario de 07:00 a las 12:59 horas con 23,806 casos (26.7%). De esta forma, el 60.4% de los lesionados se concentra en accidentes ocurridos durante la mañana y la tarde.” (INEGI, 2019)

### C. Fases del Síndrome General de Adaptación o del Estrés (SGA)

Esquema de la respuesta a un estímulo

Barrio, García, Ruiz & Arce (2006) redacta en su documento *El estrés como respuesta* que el estrés es una reacción que asocia al afrontamiento o huida de un organismo, como acción de supervivencia; es un proceso del cuerpo humano como respuesta automática a situaciones externas que para el ser le resultan amenazadoras, esta reacción requiere de movilización de recursos físicos, mentales y conductuales para enfrentarlos, que en algunas ocasiones perturban es esta emocional del ser (Orlandini, 1999). El esquema de la respuesta a un estímulo conlleva una carga emocional que desencadena una respuesta en cascada o de estrés como se visualiza en la Figura 13 (Barrio, García, Ruiz & Arce, 2006).

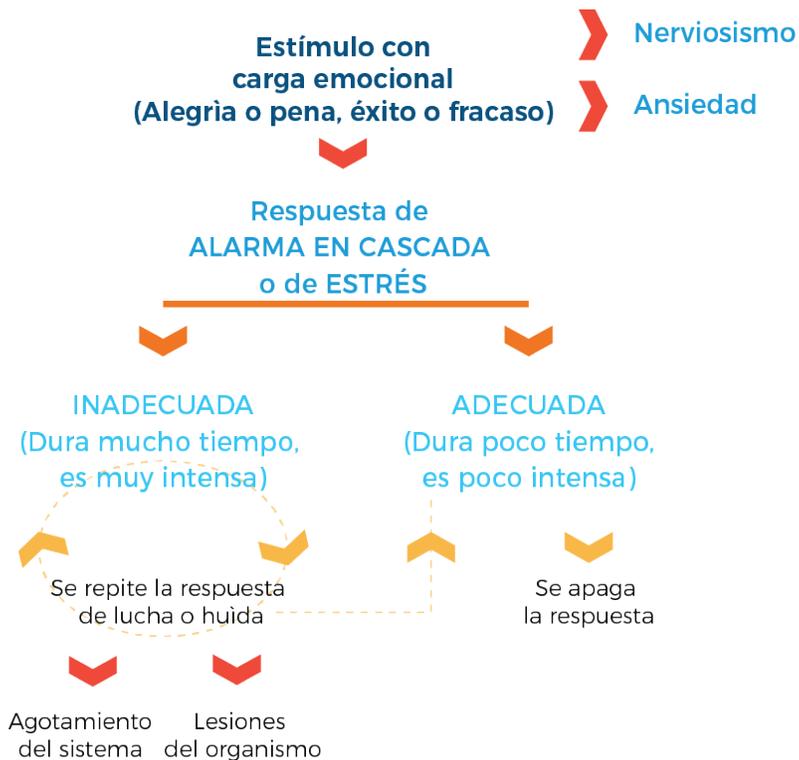


Figura 13: Esquema de la respuesta a un estímulo (Barrio et al, 2006).

En el libro, *Estrés, Síndrome General de Adaptación o Reacción General de Alarma*, la autora Blásina de Camargo (2010) define lo siguiente:

- *“Estrés (stress): es una reacción fisiológica provocada por la percepción de situaciones o estímulos aversivos o placenteros.*
- *Reacción General de Alarma (Respuesta de ataque o huida): consiste en una serie de reacciones fisiológicas que preparan a los sujetos para pelear o huir.*
- *Síndrome General de Adaptación (SGA): respuesta fisiológica estereotipada del organismo que se produce ante un estímulo estresante, que ayuda al organismo adaptarse y que es independiente del tipo de estímulo que lo provoca ya sea aversivo o placentero” (Camargo, 2010).*

Lo primordial es la identificación del estímulo por parte del organismo, donde el primero en responder es el sistema nervioso y después es expresado en el sistema endocrino (sistema de glándulas de secreción interna) (Camargo, 2010). El SGA fue descrito por Hans Selye (psicofisiólogo alemán considerado el padre del estrés) (Gómez & Escobar, 2002) consiste en tres etapas del cual solo trataremos:

1. *Fase de Alarma: “Reacción ante un estresor, el objetivo del organismo es suministrar la energía en caso de urgencia” (Fabrice; González & Rabia, 2010).*

#### **D. Fase de alarma**

En la fase de alarma, el cuerpo se prepara para generar la máxima cantidad de energía que desencadena cambios químicos; el cerebro, se encarga de enviar señales que activan la secreción de hormonas, encargado por el sistema endocrino, estas a su vez crean una variación de reacciones en el organismo como:

*“...tensión muscular, agudización de los sentidos, aumento en la frecuencia e intensidad de los latidos del corazón, elevación del flujo sanguíneo” (Ávila, 2014).*

Fabrice et. al., 2010, marca que *“en reacción a un estresor, el hipotálamo estimula las suprarrenales (en su parte medular) para secretar la adrenalina, cuyo objetivo es suministrar la energía en caso de urgencia. Habrá entonces una serie de respuestas del organismo como un aumento de la frecuencia cardíaca, una vasodilatación, un aumento de la vigilancia (puesta en juego también por la noradrenalina [NA])”* existiendo una activación cortical: *“Debido a estimulación de la amígdala se produce liberación de*

*noradrenalina (NA) encefálica. Aquí participa todo el sistema noradrenérgico cortical el cual se origina en el Locus Coeruleus y lleva información hacia el prosencéfalo. Esta activación cortical establece un estado de consciencia hiperaguda en la que el individuo identifica su entorno detalladamente.” (Camargo, 2010).*

Barrio et. al. (2006) menciona que...

*El organismo “tendrá que dar prioridad a unos órganos en vez de otros: todo estará encaminado a un gran trabajo muscular, con una gran atención por parte del cerebro para tomar decisiones de huida o de lucha. Por esto, la respuesta premiará al corazón y al pulmón, que llevarán sangre a los músculos, al trabajo muscular de brazos y piernas y al trabajo en masa del SNC (Sistema Nervioso Central) ... pero se lo robarán a otros órganos” (Barrio et. al., 2006)*

También nos indica que el *grado de resistencia al estrés se mide por la longevidad de la persona o animal (Barrio et. al; 2006).* Camargo, B. (2004) marca que la edad no es un factor controlable pero de necesaria comprensión, declarando que los jóvenes son los que logran una mejor adaptación al estrés o SGA que las personas de la tercera edad, debido a que sus respuestas fisiológicas se encuentran íntegras, por lo tanto, es de vital importancia, para determinar un usuario en el desarrollo del proyecto, conocer el momento en que el cuerpo comienza a perder la integridad fisiológica, ya que de esto depende la comunicación sensorial del dispositivo al usuario.

Por parte de Neuroanatomía del estrés, Gómez G., B., Escobar, A. (2002) comenta en su apartado de *los circuitos nerviosos integradores de los estímulos estresores*, acerca de modalidades sensoriales y las 2 vías por las cuales se procesan, la primera nos habla de la vía directa y rápida, que se lleva a cabo a través en la medula espinal y en el tallo cerebral (respuestas neurovegetativas) o en el hipotálamo (Neurohumorales); y la segunda, basada en la información sensorial, donde hay múltiples proyecciones hacia zonas específicas de la corteza cerebral : *“Área visual primaria (área 17 de Brodman), el área auditiva (área 41) o el área somatosensorial (áreas 3,1 y 2), encargadas de modular la información de la activación del cuerpo y de la planeación conductual, es precisamente este proceso evaluativo el que le da el carácter de adaptativo y plástico a la respuesta del estrés.”*

*Los factores que desencadenan el estrés son diversos dependiendo de la tolerancia de*

*los problemas y un umbral del estrés. Entre los principales desencadenantes dan como resultado 10 categorías, pero el de principal interés son situaciones que fuerzan a procesar información rápidamente” (Ávila, J.2014).*

## **E. Tiempo de reacción**

Diferencias entre tiempo de reacción y velocidad de reacción.:

### Velocidad de Reacción

Robles (2014) define a la velocidad de reacción como un termino utilizado en el entrenamiento de disciplinas de practica, bajo la influencia de las unidades físicas de espacio dividido por el tiempo, si bien se ha utilizado como sinónimo del tiempo de reacción, este resulta ser de mayor complejidad al incluir la respuesta rápida del sujeto en un tiempo de reacción simple , dividiéndolo en una reacción electiva o de anticipación.

Uriel,G & Jiménez, (2000) definen la velocidad de anticipación como *“la capacidad del sujeto para percibir velocidades y trayectorias, y su capacidad de autocontrol, evaluadas por medio de un ejercicio de anticipación dinámica”*, señalando como concepto importante que el mismo sujeto genera un calculo anticipado de la respuesta que debe dar. Entre los estudios y documentos encontrados, sobresalen las disciplinas de karate y futboll, al ser deportes donde se puede generar una acción anticipada.

### Tiempo de reacción

Khatri, Z. y Ganvir, S. (2019) definen al tiempo de reacción como el tiempo que transcurre entre el estímulo y la reacción, siendo una variable dependiente y fundamental para la investigación, ya sea deportiva o psicológica, básica y aplicada; tomada como el tiempo en segundos de la respuesta del organismo ante diferentes tipos de estímulos, indicando procesos perceptivo – cognitivos(Gas, Serrano, Junyent & Mas, 1995) mientras que para Moreno, P & E(2015) el tiempo de reacción en el ciclismo es la *“la rapidez con la que se ejecute un movimiento máximo”*. Definido por García (1984) es una medida de utilidad para la medición en el índice de realización y ejecución integrado por 3 componentes: tiempo sensorial ( recepción del estímulo) , tiempo neuro cerebral ( conducción de la información al sistema nervioso central) y tiempo muscular (contracción muscular

necesaria para ejecutar una respuesta. La disciplina del atletismo es uno de los deportes donde se puede utilizar este termino, al generar una reacción al disparo de salida.

Por lo anterior y debido a que el ciclista no puede generar un calculo aproximado de los objetos que se acercan a el en tiempo real (ya que los desconoce), además de requerir de un ambiente controlado. Por este motivo y una vez aclarados los términos, la inclinación del proyecto es hacia el termino “Tiempo de reacción” .

- **Tiempo de reacción**

Robles (2014) define lo siguiente:

*“ el paradigma del tiempo de reacción está ampliamente tratado en el deporte actualmente, dada su importante implicación como variable dependiente del resultado obtenido, de la velocidad gestual, del patrón de coordinación neuro-motora implicado en la ejecución motriz y como medida indirecta de la toma de decisiones realizada”.*

En la Figura 14 se puede observar de forma gráfica como funciona el tiempo en su composición temporal de TR. (García,1984)

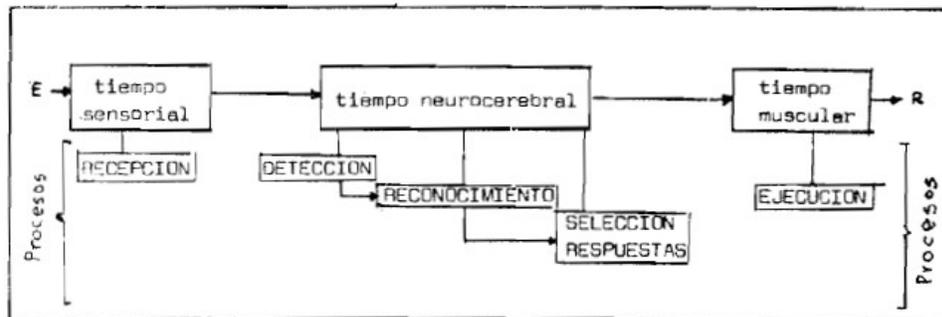


Figura 14: Composición del TR (García, 1984)

Los componentes básicos dentro del TR según García (1984) son:

- El tiempo mínimo, irreductible de la respuesta del sujeto a un nivel fisiológico (entre 80 y 110 msecs.)
- El tiempo de respuesta ampliamente variable, el cual depende de:
  - “Estímulo (intensidad, modalidad, complejidad).

- Respuesta (tipo y complejidad, compatibilidad estímulo-respuesta).
- Periodo preparatorio (intervalo entre estímulos).
- Constantes procedimentales y secuenciales (instrucciones, curvas velocidad-precisión, complejidad de la tarea, características de la secuencia estimular, resistencia a la fatiga, condiciones de registro, etc.)
- *Diferencias individuales (hábitos, edad, sexo, inteligencia, personalidad, etc)."* (Gracia,1984)

### Estímulo visual y auditivo

Taware, Bhutkar, Bhutkar, Doijad & Surdi ([2012](#)) menciona a nivel general que el TR de todo el cuerpo esta determinado por el rango de tiempo en el que el usuario tarda en moverse completamente en diferentes direcciones, que depende de factores de percepción ( ver , oír y sentir), determinado por el estado de alerta del cuerpo ( [Khatri & Ganvir, 2019](#)). Tejero, Soto-Rey & González ([2011](#)) plantean el orden de lo sentidos con base en la rapidez de la activación de una respuesta motora del cuerpo : Audición, tacto, visión, dolor, gusto y olfato.

El estímulo auditivo es captado en un rango de tiempo de 8 a 9 ms , comparado con el estímulo visual que es percibido entre 20 y 30 ms ([Tejero, Soto-Rey & González ,2011](#)).

- **Tipos de medidas y aspectos por determinar del TR - Métodos de evaluación.**

Malapeira, Serrano, Viader J, Cosculluela , Viadé & Ferrer ([1995](#)) dividen en 3 situaciones básicas en el TR : TR simple (el estímulo esta definido y recibido por el usuario), TR de discriminación de estímulos (el sujeto esta expuesto a diferentes estímulos y solo emite respuesta a uno de ellos) y TR de elección (el sujeto esta en presencia de varios estímulos y responde de a cada uno de ellos de distinta forma , asociando las respuestas a cada estímulo); conceptos que retoma Buchholtz y Burgess (2020) en su documento "Una evaluación de la agilidad y los tiempos de reacción específicos de la bicicleta en ciclistas de montaña y ciclistas de carretera".

Las consideraciones al utilizar el TR como variable dependiente en una investigación básica o aplicada , son las siguientes ([Malapeira et. All, 1995](#)):

- I Relación directa con los objetivos. (Objetivos generales)
- II Establecer diferencias entre grupos de diferentes sujetos. (Tipos de usuario)
- III La aplicación de técnicas de homogenización a los sujetos para asegurar el control de las variables por alta sensibilidad del TR en cada sujeto, con un control extensivo en los hábitos, es decir, analizar factores como el ritmo del sueño, comidas etc. (Criterios de homogenización)
- IV Llevar la investigación de forma sistemática con registros de los datos de TR para el correcto desarrollo de un diseño de experimento. (Condiciones del experimento)
- V Se deben brindar a los sujetos periodos de adaptación previos, para que estos puedan focalizar su atención. (Periodos de adaptación previos)
- VI En caso de trabajar con funciones sensoriales, es necesario plantear objetivos en la investigación. La caracterización de los estímulos: modo de presentación, frecuencia de aparición, intervalos y disposiciones estimulantes. (Manipulación de estímulos y registro de datos)
- VII Obtener toda la información como: aplicación de estadísticos , tipo de análisis , uso de medidas complementarias en relación a anticipaciones, lapsus y errores; así como plantear análisis parciales de la secuencia de ensayos. (Tipo de análisis estadístico)

Es necesario considerar 2 aspectos en el desarrollo de experimentos para el TR, la alta variabilidad de registros en grupos homogéneos y mixtos ( difícilmente comparables) y la interacción entre las condiciones del experimento adicional a las características individuales relacionada directamente con los objetivos o la estrategia adecuada para la investigación.

Buchholtz y Burgess ([2020](#)) declaran la limitada literatura relacionada al tiempo de reacción y la agilidad en el ciclismo, sustento que valida la pertinencia del artículo.

Para el desarrollo evaluación del proyecto se recolecto artículos cuya variable de estudio sea el tiempo de reacción basado en los estímulos auditivos y visuales, priorizando aquellos con temáticas centradas en el ciclismo, atletismo o deportes; cuyos criterio de homogenización sean sujetos en perfectas condiciones de salud.

El título son los siguientes:

- A The Effects of Acute Bout of Cycling on Auditory & Visual Reaction Times (Ashnagar, Shadmehr & Jalaei, 2015).
- B An evaluation of bicycle-specific agility and reaction times in mountain bikers and road cyclists (Buchholtz, K., & Burgess, 2020).
- C Effect of Age on Audio-Visual and Whole Body Reaction Time (Taware, Bhutkar, Bhutkar, Doijad & Surdi, 2012).
- D Coordination Aspects of an Effective Sprint Start (Borysiuk, Wańkiewicz, Piechota, Pakosz, Konieczny, Błaszczyszyn & Knechtle, 2018)
- E Comparison of Visual and Auditory Reaction Time in Physically Active and Inactive Male and Female Adolescents: An Observational Study (Khatri & Ganvir, 2019).
- F Investigation of visual and auditory simple reaction time of 11- 18 aged youth (Pancar , Özdal, Pancar & Biçer, 2016)
- G Effects of aerobic exercise and gender on visual and auditory P300, reaction time, and accuracy (Yagi, Coburn, Estes & Arruda, 1999).
- H Comparison between Auditory and Visual Simple Reaction Times (Jose, S., & Gideon Praveen, 2010).

El objetivo principal de la revisión de la literatura nombrada es para generar un método de evaluación adecuado para ciclistas urbanos donde la variable dependiente sea el TR determinada por los estímulos auditivos y visuales en usuarios activos o inactivos en el deporte, de los artículos anteriores se concluye los siguientes puntos:

- Contar y nombrar el respaldo de un comité de ética, ya que ampara el método de evaluación a desarrollar y genera un mayor grado de confiabilidad a los futuros resultados, artículos o investigación en general.
- Se recomienda entregar a los participantes un carta de consentimiento informado, explicar los objetivos y contenido de la investigación, para brindar mayor formalidad al estudio.
- El objetivo general del método debe ser puntual en los alcances de la investigación para el cual se desarrolla la prueba, es decir , contener los limites, nombrar los

sujetos que participan (genero, edad, nivel de estudio, etc), el medio de evaluación del TR y especificar su nivel de condición física.

- El objetivo general es desarrollado desde la perspectiva del área de estudio, como se observo en cada uno de los artículos citados, que van desde el área de educación física hasta el análisis de procesos de información al recibir un estímulo.
- El tipo de usuario va ligado a los criterios de homogenización, ambos rubros general un filtro que controla la alta variabilidad de los datos.
- Contemplar que los sujetos deben de estar en perfecto bienestar físico, mental y psicológico.
- Se sugiere que los grupos sean homogéneos con un rango de edad corto, con el objetivo de no generar resultados tan extensos como es el caso del artículo C.
- Tomar en cuenta la edad del sujeto, basado en el estudio C.
- Considerar el tiempo de practica y uso de la bicicleta como uno de los criterios de inclusión para el método, pero no es necesario especificar si el usuario es ciclista de montaña o ruta.
- Se sugiere describir de forma detallada las condiciones del experimento con base en los objetivos plateados.
- Considerar el uso de una bicicleta estacionaria.
- Hacer uso de las estrategias y condiciones de experimentos planteado en los artículos C y E, para posibles aplicaciones en dispositivos de seguridad activa para ciclistas con estímulos visuales y auditivos.
- Hacer uso de las estrategias y condiciones de experimentos planteado en el artículo B, por se el articulo con mayor similitud en el experimento a realizar.
- Considerar el apoyo de medios computarizados para facilitar la recolección de datos en las reacciones ante estímulos de los ciclistas.
- Es importante considerar tiempos de acondicionamiento previos y posteriores a las pruebas si el experimento consta de actividades físicas, para que el sujeto no sufra daños; considerar al menos 3 minutos.
- El periodo de adaptación ante instrumentos de medición o dispositivos de prueba, no solo contempla pruebas piloto, también un explicación breve del objetivo y

funcionamiento del mismo. Llevar a cabo al menos 2 a 3 pruebas piloto.

- Brindar al sujeto periodos de descanso o recuperación entre pruebas o sesiones.
- La manipulación de los estímulos se definirá con base a los objetivos.
- Al desarrollar un dispositivo que emita estímulos visuales y auditivos, es importante conocer intervalos o el modo de presentación al sujeto.
- Se sugiere el uso de colores Rojo y verde en los estímulos visuales.
- Usar decibeles con forme normativas para los estímulos auditivos.
- Definir acciones – respuesta para medir el rango de inicio y fin del TR (envió del estímulo hasta la acción – respuesta del sujeto).
- El análisis estadístico se definirá con base a los objetivos planteados en el método.
- Analizar a profundidad los datos estadísticos de el documento B, al contener información de mayor uso para la aplicación en ciclistas urbanos.
- Considerar el Test HSD de Tukey , como opción después de existir un rechazado a la Hipótesis nula mediante la técnica ANOVA.

Las conclusiones presentadas son consideraciones extraídas de los documentos estudiados para el desarrollo y análisis de métodos aplicados en el estudio de TR , TRV y TRA en ciclistas urbanos, usada en dispositivos que emitan los estímulos o utilizando sistemas computarizados.

## F. Edad

Según los antecedentes ya establecidos en la investigación, el periódico el Universal (2018) enuncian la distribución de defunciones por tipo de usuario y grupo de edad, en la Tabla 9 muestra únicamente el grupo vulnerable, resaltando las edades donde el número de defunciones es mayor, el cual será nuestro indicador para definir el usuario, el cual oscila entre 10 a 60 años.

	0 a 4	5 a 9	10 a 19	20 a 39	40 a 59	> 60	NE
■ Peatones	2	5	12	37	41	37	3
■ Ciclistas	0	0	1	1	2	3	0

Tabla 7: Distribución de las defunciones en el grupo vulnerable y grupo de edad (Secretaría de Salud, 2018).

En este rango de edad, Saa & García (2016) indican que el ser humano desarrolla su máxima capacidad física entre los 20 y 30 años, reportando cambios ligeros a partir de los 30 años en su masa y fuerza; los 50 años en adelante, estos cambios comienzan a ser más evidentes en la fuerza y masa muscular, con el 15% por década como aproximado, la acentuación de esta pérdida es mayor entre los 40 y 60 años.

Las respuestas fisiológicas y el conocer en qué momento estas comienzan a decrecer debido a la longevidad de la persona es base fundamental de la investigación para delimitar al usuario, el concepto es conocido como proceso de envejecer.

Envejecer es *“una fase vital en la que progresivamente el individuo pasa de la plenitud física, social y mental a la más absoluta decrepitud”* (Sarabia Cobo, 2009). De Jaeger (2018) enuncia que el envejecimiento es un fenómeno fisiológico que, a pesar de ser eludible, es un actor influenciado, ya que todos los sistemas envejecen a un ritmo determinado, con consecuencias variables y particulares, con base a la función del órgano implicado, es decir, el concepto se sitúa en niveles: Fisiológicos, morfológicos, celular y molecular, pero también social y psicológico. Goldman, B. (2019), escritor científico de la universidad de Stanford, describe el resultado de un estudio que sugiere que el envejecimiento fisiológico está conformado por tres puntos de inflexión a través del ciclo

de vida de un humano, estos ocurren en promedio en las edades de **34, 60 y 78**, momentos en los que la sangre muestra cambios notables en las diferentes proteínas.

*“Estos cambios tienden a agruparse en tres puntos separados en la vida de una persona: edad adulta temprana, edad media tardía y vejez.”* ([Goldman, 2019](#)).

Mientras que en las capacidades sensorio-perceptivas, las cuales consisten en los procesos psíquicos de la sensación y la percepción, las cuales reconocen la existencia de tipos de sensaciones como la visual, táctil, auditiva, gustativa y olfativa, que son la base del proceso de cognición y desempeñan un papel fundamental en la organización de la actividad práctica, efectuando la función de la imagen perceptual, estos componentes motores del proceso de la percepción se ven afectados en el adulto mayor al reducir al mínimo ([González, Ávila & Licea, 2019](#)) caso opuesto en los infantes que a través de ellos desarrollan la capacidad de interpretar y codificar respuestas a través de los estímulos recibidos por el exterior para generar experiencias con el medio ambiente que les rodea ([Baque Indio & Cedeño Macías, 2018](#)).

Por tal motivo el rango de edad que se establecerá para el proyecto será de 25 años a 35.

## **G. Sensopercepciones**

La actividad cognoscitiva se integra por diferentes procesos, que son maneras del reflejo psíquico de distintos niveles, que son: sensopercepción, memoria, imaginación y pensamiento. *El primero de estos permite aprehendernos de la realidad... (Del latín *sensatio*, que significa... impresión capturada por los sentidos; acción y efecto de oír... la percepción... del latín *percipere* –aprehender o apropiarse de algo-)* ([González, Ávila & Licea, 2019](#)).

Las sensaciones también pueden clasificarse dependiendo de la fuente, en el proyecto se abordarán las exteroceptivas (aquellas que informan sobre el entorno de forma visual, auditiva, táctil, olfativa y gustativa) y propioceptivas (brindan información del cuerpo en el espacio y postura movimiento, que se vinculan con el comportamiento motriz, músculos, tendones y articulaciones) ([González, Ávila & Licea, 2019](#)).

## H. Sistema sensorial - sensibilidad somática

Las percepciones de las señales del cuerpo y del mundo del que se está rodeado son medidos por complejos sistemas de receptores que detectan estímulos como es el tacto, sonido, luz, dolor, frío y calor (Hall, 2016). Un estímulo individual puede llegar a activar varios receptores o un solo, con la capacidad de codificar las características del mismo, como es duración, posición, velocidad, etc., “los estímulos varían desde los mecánicos (p. ej. cosquillas), químicos (el veneno de una abeja) y los físicos (una ducha fría)” (Ledesma, 1998). Existen una clasificación de los receptores sensoriales, pero para fines de la investigación solo se enfocará en las “sensibilidades somáticas mecanorreceptoras, ormadadas por las sensaciones táctiles y posicionales cuyo estímulo depende del desplazamiento mecánico de algún tejido del organismo” y enfotorreceptoras (Hall, 2016) que se visualiza en la Tabla 8.

Tabla 8: Clasificación de los receptores sensoriales (Tresguerres J; Ariznavarreta C; Cachofeiro V;  
**Clasificación de los receptores sensoriales.**

Energía	Tipo	Localización	Sensación
Fuerza mecánica	Mecanorreceptor	Piel y tejidos subcutáneos Articulaciones, músculos, recept. vestibulares. Cóclea Vísceras Vasos Músculos, tendones	Tacto, presión, cosquilleo Sentido, posición y movimiento  Audición Distensión Presión sanguínea* Elongación*
Luz	Fotorreceptor	Retina	Visión
Calor	Termorreceptor	Piel	Calor, frío
Sustancias en solución	Quimiorreceptor	Mucosa olfatoria, papilas gustativas, arterias	Olfato, gusto, PO <sub>2</sub> , PCO <sub>2</sub> , pH*
Fuerzas mecánicas, calor o frío extremos, ciertas sustancias químicas	Nociceotor	Piel, vísceras, músculos, articulaciones, vasos	Dolor

Con asterisco se marca la información sensorial no consciente

Cardinali D; Escrich Escriche E; Gil-Loyzaga P; Lahera V; Mora F; Romano M; Tamargo J, 2005).

## Piel:

Como señala la Tabla 10, los mecanorreceptores se localizan en la piel y tejidos subcutáneos, articulaciones, músculos y receptores vestibulares. ([Tresguerres et. Al., 2005](#)). La piel es el receptor que se establece como el mayor órgano de los sentidos además que de un funcionar como un sistema de defensa que comunica al organismo de una situación perjudicial en él, de esta forma el cerebro recibe las señales en el “*área somatosensorial, donde se reciben los impulsos desde la superficie cutánea a una parte concreta que depende del lugar del cuerpo de donde proviene*” ([Inusta, 2017](#)).

### Partes sensibles del cuerpo

En algunas partes del cuerpo humano se localizan mayor número de células sensitivas al tacto, un ejemplo de ello son las yemas de los dedos. En la Figura 16 marcan las zonas con mayor o menor sensibilidad.

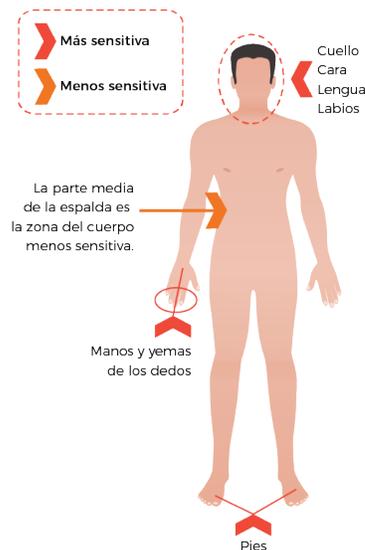


Figura 15: Partes sensibles del cuerpo (Inusta, 2017).

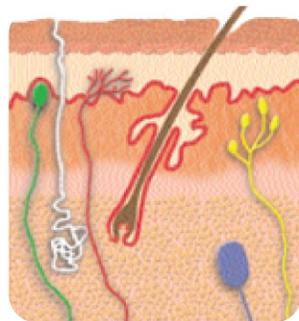
## Propiedades de los mecanorreceptores

Los mecanorreceptores funcionan como un dispositivo que cumple la misión de recibir o transformar la energía de naturaleza eléctrica, mecánica siendo capaz de transformar *“los estímulos físicos de tensión en una señal nerviosa específica... Cuanto mayor es el estímulo más rápido es el ritmo de descarga desde el mecanorreceptor. Por consiguiente, la suma de las descargas desde el receptor forma un código de frecuencia modulada que el sistema nervioso central utiliza para analizar la cinestesia de la articulación, es decir, posición, movimiento y aceleración”* (Josa, 1996).

Inusta (2017) en su infografía del tacto habla de las células nerviosas especializadas que estructuran el sentido del tacto que:

*“captan una serie de estímulos específicos que permiten diferenciar distintas sensaciones. La mayoría de estas estructuras (corpúsculos, discos de Merkel y terminaciones libres) se encuentran a lo largo de la superficie del cuerpo (repartidas en mayor o menor cantidad según las zonas) y perciben el frío, el calor, la presión y el dolor; de modo que el sistema nervioso recibe información de lo que ocurre en el interior y el exterior del organismo.”*

## LOS RECEPTORES CUTÁNEOS



La piel recubre el cuerpo y presenta unas estructuras que, cuando se estimulan, producen unos impulsos que se transmiten al sistema nervioso central. De esta manera, en la epidermis, las terminaciones libres perciben las sensaciones dolorosas y los discos de Merkel se estimulan por la presión.

Los corpúsculos de la dermis detectan estímulos táctiles y térmicos:

- Krause - Captan el frío
- Pacini y Meissner - Sensibles a la presión
- Receptores pilosos - el movimiento del pelo



Figura 16: Los Receptores cutáneos (Inusta, 2017).

## Receptores cutáneos y la Vibración

El sistema sensorial táctil participa en la sensibilidad al tacto, presión, sentido de posición y vibración. Los estímulos vibratorios existen de manera cotidiana, un ejemplo son sonidos o ruidos producidos por animales, fricción del aire, agua en los cuerpos marinos y en la superficie terrestre al caminar; mientras que en la modernidad la vibración es generada por las máquinas ([Malamud-Kessler, Estañol-Vidal, Ayala-Anaya, Senties-Madrid & Hernández-Camacho, 2014](#)).

Como se visualiza en la Tabla 9, los mecanorreceptores son sensibles a frecuencias diferentes, mientras que los corpúsculos de Pacini son sensibles a estímulos de alta frecuencia Meissner detectan de baja. Los receptores articulares se describen dependiendo el estímulo, una de las características es la adaptación al mismo, es decir, si el “estímulo persiste se llaman de adaptación lenta; por otra parte, si desaparecen o disminuyen sus señales tras la presentación del estímulo, se llaman de adaptación rápida” ([Vanmeerhaeghe & Rodriguez, 2013](#)).

Principales receptores involucrados en la sensibilidad vibratoria y sus propiedades				
Tipo de Receptor encapsulado	Localización y frecuencia	Función	Adaptabilidad	Fibras
<b>Corpúsculos de Meissner</b>	Piel Glabra 20-50 Hz	Tacto y posición	Rápida/Lenta	AB (beta)
<b>Corpúsculos de Pacini</b>	Tejido Subcutáneo, membranas, interóseas y vísceras 60-400 Hz	Presión profunda Vibración	Rápida	AB (beta)
<b>Discos de Merkel</b>	Superficie de la piel Folículo piloso 5 - 15 hz	Tacto Presión	Lenta	AB (beta)

Tabla 9: Principales receptores involucrados en la sensibilidad vibratoria y sus propiedades (Malamud-Kessler, Estañol-Vidal, Ayala-Anaya, Senties-Madrid & Hernández-Camacho, 2014).

En conclusión, de lo anterior, se empleará 2 sistemas de alarma:

- 1 Sistema de alarma luminoso
- 2 Sistema de alarma sonoro

Debido a que se considera que las irregularidades de los diferentes suelos de la ciudad impedirían el paso de las vibraciones de manera adecuada para considerarse una alarma.

A continuación, se definen los conceptos más importantes de los sistemas:

Generales:

- Sistema: Método, fórmula, modelo, conjunto de reglas, principios o cosas relacionadas entre sí. [\(RAE, 2020\)](#)
- Alarma: Aviso o señal de cualquier tipo que advierte de la proximidad de un peligro [\(RAE, 2020\)](#)

## I. Sistema de alarma luminoso

Todas las definiciones son extraídas de la NOM- 025-STPS-2008: Condiciones de iluminación en los centros de trabajo [\(NOM, 2008\)](#).

- Brillo: es la intensidad luminosa que una superficie proyecta en una dirección dada, por unidad de área. Se recomienda que la relación de brillos en áreas industriales no sea mayor de 3:1 en el puesto de trabajo y en cualquier parte del campo visual no mayor de 10:1. .
- Deslumbramiento: es cualquier brillo que produce molestia y que provoca interferencia a la visión o fatiga visual
- Iluminación complementaria: es aquella proporcionada por un alumbrado adicional al considerado en la iluminación general, para aumentar el nivel de iluminación en un área determinada o plano de trabajo.
- Iluminación especial: es la cantidad de luz específica requerida para la actividad que conforme a la naturaleza de la misma tenga una exigencia visual elevada mayor de 1000 luxes o menor de 100 luxes, para la velocidad de funcionamiento del ojo (tamaño, distancia y colores de la tarea visual) y la exactitud con que se lleva a cabo la actividad.
- Iluminación; iluminancia: es la relación de flujo luminoso incidente en una superficie por unidad de área, expresada en luxes.

- Luminaria; luminario: equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara o lámparas, que incluye todos los accesorios necesarios para fijar, proteger y operar esas lámparas, y los necesarios para conectarse al circuito de utilización eléctrica.
- Luxómetro; Medidor de iluminancia: es un instrumento diseñado y utilizado para medir niveles de iluminación o iluminancia, en luxes.
- Nivel de iluminación: cantidad de flujo luminoso por unidad de área medido en un plano de trabajo donde se desarrollan actividades, expresada en luxes.
- Plano de trabajo: es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual generalmente los trabajadores desarrollan su trabajo, con niveles de iluminación específicos.
- Puntos focales de las luminarias: es la proyección vertical de la lámpara al plano o área de trabajo con inclinación de 0°, que contiene la dirección del haz de luz.
- Reflexión: es la luz que incide en un cuerpo y es proyectada o reflejada por su superficie con el mismo ángulo con el que incidió.
- Sistema de iluminación: es el conjunto de luminarias de un área o plano de trabajo, distribuidas de tal manera que proporcionen un nivel de iluminación específico para la realización de las actividades.

## **J. Sistema de alarma sonoro**

Todas las definiciones son extraídas de la NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. ([NOM, 2001](#)).

- Decibel: es una unidad de relación entre dos cantidades utilizada en acústica, y que se caracteriza por el empleo de una escala logarítmica de base 10. Se expresa en dB.
- Exposición a ruido: es la interrelación del agente físico ruido y el trabajador en el ambiente laboral.
- Frecuencia: es el número de ciclos por unidad de tiempo. Su unidad es el Hertz (Hz).
- Nivel sonoro A (NSA): es el nivel de presión acústica instantánea medido con la

red de ponderación A de un sonómetro normalizado.

- Nivel sonoro criterio: es el NSA de 90 dB(A) para una jornada laboral de 8 horas.
- Ruido: son los sonidos cuyos niveles de presión acústica, en combinación con el tiempo de exposición de los trabajadores a ellos, pueden ser nocivos a la salud del trabajador.
- Ruido estable: es aquel que se registra con variaciones en su nivel sonoro A dentro de un intervalo de 5 dB(A).
- Ruido impulsivo: es aquel ruido inestable que se registra durante un periodo menor a un segundo. 4.1.36. Ruido inestable: es aquel que se registra con variaciones en su nivel sonoro A con un intervalo mayor a 5 dB(A).
- Sonido: es una vibración acústica capaz de producir una sensación audible.
- Sonómetro normalizado; sonómetro: es un instrumento para medir el nivel de presión acústica y que satisface las especificaciones de alguna norma de referencia declarada por el fabricante.

## K. Electrónica

Para el desarrollo del prototipo funcional es necesario contar con conceptos básicos de electrónica para comprender el funcionamiento de los componentes.

- LEY DE OHM

Postulada por Georg Simon Ohm, establece que:

*“El voltaje (V) que existe a través de una resistencia (R) es directamente proporcional a la corriente que circula por la misma (I) ([Macias et. Al; 2020](#))”.*

$$V = I * R$$

*“La Ley de Ohm también nos permite conocer la corriente dado el voltaje en la resistencia, reescribiendo la fórmula de la siguiente manera ([Macias et. Al; 2020](#))”.*

- CORRIENTE DIRECTA

O también conocida como corriente continua (CC) *“es un flujo de electrones a través de un conductor entre dos puntos de potencial distinto y que siempre tiene el mismo sentido de circulación ([Construmática, s. f.](#))”*

En el caso de la corriente continua, las cargas eléctricas van siempre a la misma dirección, es decir, las terminales de mayor y de menor potencial son los mismos; otra característica de este tipo de corriente es mantener la misma polaridad, es usada para suministrar energía en pequeñas cantidades o para pequeños consumos, un ejemplo de ello son los aparatos que no superan los 24 Voltios ([Construmática, s. f.](#))”.

- SISTEMA MÍNIMO

Basado en un microprocesador o microcontrolador, es una microcomputadora diseñada para cumplir con un propósito específico (control, instrumentación, monitoreo, comunicación, etc.); equipada con el mínimo de componentes para el cumplimiento de su función (memorias, sensores, puertos, entre otros). Por lo general, se emplean microcontroladores que contienen microprocesador de 4, 8 o 16 bits, puertos de entrada y salida, puerto serie, temporalizadores y en algunos casos, convertidores analógicos, todo en conjunto en chip ([García,Ramirez, Vásquez , 2007](#))

- EFECTO DOOPLER

El efecto Doppler, denominado en honor a Christian Andreas Doppler (1803 – 1853).

El fenómeno consiste en *"un desplazamiento de frecuencia temporal  $\omega$  de onda cuando existe el movimiento relativo, ya sea de la fuente o del receptor"*.

El efecto Doppler es comúnmente aplicado a cualquier tipo de movimiento ondulatorio, como las ondas electromagnéticas, sonoras, entre otras. Comúnmente reconocido en el cambio del tono de sonido de una sirena de agudo a grave, cuando un vehículo se aproxima o se aleja del observador ([Zárate, 2007](#)).

La onda electromagnética de luz que interactúa con un objeto en movimiento es capaz de proporcionar información acerca de la velocidad del mismo, considerando 4 distintos casos o posibilidades ([Zárate, 2007](#)):

- 1 El movimiento relativo tanto del observador como de la fuente emisora es cero.
- 2 El observador se aleja de la fuente de luz a la velocidad  $v_S$ .
- 3 Considerando que el observador se encuentra en reposo y la fuente está en movimiento.
- 4 El observador y la fuente se encuentran en movimiento.

## L. Componente electrónicos

A continuación se presentan los componentes electrónicos tentativos para el desarrollo del prototipo funcional.

- Microcontrolador:

Nomenclatura  $\mu$ C o las siglas MCU.

Circuito integrado capaz de ejecutar órdenes grabadas en la memoria; está compuesto de bloques funcionales encargados de cumplir una tarea específica almacenada en su sistema de memoria, el cual puede programarse en repetidas ocasiones. Contiene 3 unidades esenciales: Unidad central de procesamiento (CPU), memoria y periféricos de entrada y de salida ([apLOOP,2018](#)).

Principales características son:

- *Unidad de Procesamiento Central (CPU)*
- *Memoria de Programa*
- *Memoria de Datos*
- *Generador del Reloj*
- Interfaz de Entrada/Salida.

Proceso de desarrollo contiene las siguientes etapas ([apLOOP,2018](#)):

- 1 Desarrollo de software: Escritura y compilación/ensamblaje del programa que controla las acciones del  $\mu$ C y los sistemas periféricos conectados.
- 2 Programación del  $\mu$ C: El código de máquina específico al programa desarrollado, se descarga en la memoria del  $\mu$ C.
- 3 Prueba y verificación: El  $\mu$ C debe conectarse al circuito base y someterse a pruebas para verificar el funcionamiento correcto del programa.

- Microprocesador

Nomenclatura  $\mu$ P.

Encargada de la ejecución de los programas o mejor conocido como el cerebro de las computadoras, ejecuta instrucciones a bajo nivel como operaciones lógicas simples. Compuesto de transistores y una unidad de procesamiento central (CPU - procesador)

que a su vez contiene una unidad de control, que interpreta instrucciones ([apLOOP,2018](#)). En su composición física, cuentan con unas salidas de pines que son las líneas de sus buses de direcciones, datos y control, que permiten la conexión entre la memoria y los módulos de Entrada/Salida y a su vez, sirven para configurar un computador implementado por varios circuitos integrados, lo cual lo hace un sistema abierto, ya que puede variar su campo de aplicación([apLOOP,2018](#)).

En el  $\mu$ P, se identifican las siguientes áreas:

- 1 Encapsulado
- 2 Memoria caché
- 3 Coprocesador matemático
- 4 Registros
- 5 Memoria
- 6 Puertos

- Sensor:

Sensores que proporcionan datos de alta precisión y rango de resolución amplia del campo visual (FOV), estos pueden clasificarse en dos principales tipos describiendo el entorno, basados en características (características geométricas predefinidas: líneas, cuadros y círculos. Estas geometrías son complejas de describir con características tan simple) y cuadrícula (*“representan obstáculos en los mapas de cuadrículas de ocupación que se dividen en cuadrículas de celdas espaciadas”*, estos pueden describir geometrías complejas de los obstáculos, pero dependiendo la resolución, mayor capacidad de memoria necesitan ([Han, Kim, Lee & Sunwoo, 2012](#)). Sensor LiDAR (Light Detection and Ranging O Laser Imaging Detection and Ranging). Los sensores LIDAR tienen la capacidad de funcionar en el día y la noche sin sufrir influencia de las condiciones de luz, detectan circundantes de 360° con alta precisión y frecuencia. ([Wu, 2018](#)).

- Circuito impreso o pcb

*“Una placa de circuito impreso (PCB) es una plancha de material rígido aislante, cubierta por unas pistas de cobre en una de sus caras o en ambas, para servir como conductor o de interconexión eléctrica entre los distintos componentes que se montarán sobre ella (Salas, Pérez & Ramírez, 2007)”.*

Existen diferentes métodos de transferencia del arte al circuito:

1 “Mediante un ataque Químico:

1.a Elaboración y Transferencia del Arte de Circuito Impreso a la placa de cobre:

1.a.i Manual o Artesanal: El circuito se realiza directamente sobre la placa de cobre, se utiliza solo en casos de circuitos electrónicos de baja complejidad.

1.a.ii Marcador con Tinta Indeleble, Resistente al Agua, contiene acrílico.

1.a.iii Cintas plásticas adheribles y/o Transferibles de Pistas y sus variaciones según encapsulados de componentes: PAD, SIP, DIP o DIL, entre otros.

1.b Diseño Asistido por Computadora o por sus siglas en inglés (CAD)

1.b.i Transferencia o impresión del Arte a la placa de Cobre:

1.b.i.1 Serigrafía: Malla o Pantalla (Marco y Tela), Paleta, Fotoemulsión, Pintura Acrílica.

1.b.i.2 Papel “Transfer”.

1.b.i.3 Tarjeta Sensibilizada

1.c *Ataque Químico con ácido para la oxidación o eliminación del cobre (Cu no deseado”*

*(Salas, Pérez & Ramírez, 2007)*

- Led

Es un semiconductor (diodo) capaz de emitir luz al recibir corriente., la longitud de onda (color) depende del material de elaboración y los aditivos luminiscentes ([CDMX Electrónica, 2020](#)), que será utilizada en el proyecto como el primer sistema de alarma, seleccionados por su tamaño.

- Motor de vibración

Discos de pequeño tamaño, completamente sellados, que a través de 2 cables (control/potencia), puede ser alimentado por una batería o un pin del microcontrolador (rojo es positivo, el azul es negativo), trabajando desde 2V hasta 5V ([AG Electrónica S.A. de C.V; 2015](#)).

- Bluetooth

Protocolo de transmisión de datos en forma inalámbrica, diseñado para dispositivos electrónicos de bajo consumo con requerimientos de transmisión de datos de corto alcance con emisión de bajo costo utilizando radiofrecuencia en una banda de 2.4 GHz a 2.8GHz ([Cortes, 2015](#)).

Se clasifica en :

Tipo	Potencia máxima permitida mW	dBm	Alcance aproximado
1	100 mW	20dBm	30 m
2	2.5 mW	4 dBm	5 a 10 m
3	1 mW	0 dBm	1 m

## M. Definiciones

### Rapidez y velocidad

*“El desplazamiento y la velocidad son cantidades vectoriales, mientras que la distancia y la rapidez son independientes de la dirección; s, distancia; D, desplazamiento; v, velocidad; t, tiempo ([Tippens, 2001](#)).”*

### Velocidad

*“Magnitud física que expresa el espacio recorrido por un móvil en la unidad de tiempo, y cuya unidad en el sistema internacional es el metro por segundo (m/s) ([RAE, 2020](#)).”*

$$V=d/t$$

### Distancia y desplazamiento

*“La distancia recorrida en realidad se denota con s, mientras que el desplazamiento se representa con las coordenadas polares -  $D = (D, 0)$  ([Tippens, 2001](#)).”*

### Distancia

*“Longitud del segmento de recta comprendido entre dos puntos del espacio ([RAE, 2020](#)).”*

### Tiempo

*“Magnitud física que permite ordenar la secuencia de los sucesos, estableciendo un pasado, un presente y un futuro, y cuya unidad en el sistema internacional es el segundo ([RAE, 2020](#)).”*

### Aceleración

*“El movimiento en el que la magnitud o la dirección cambia respecto al tiempo se llama **aceleración**([Tippens, 2001](#)).”* En la aceleración se lleva a cabo durante un tiempo t. *“La velocidad inicial v, del cuerpo se define como su velocidad al inicio del intervalo de tiempo (en general,  $t = 0$ ). La velocidad final (v.) se define como la velocidad al terminar el intervalo de tiempo (cuando  $t = t$ ) ([Tippens, 2001](#)).”* Por tanto, al medir las velocidades inicial y final de un objeto en movimiento, entonces la aceleración está representada por:

Aceleración = cambio de velocidad / intervalo de tiempo.

## Planificar

### A. Diagrama de flujo

El desarrollo de la investigación y del prototipo se presenta por medio de un diagrama de flujo, con la intención de visualizar el proceso completo del proyecto, presentado en la Figura 17 y 18.

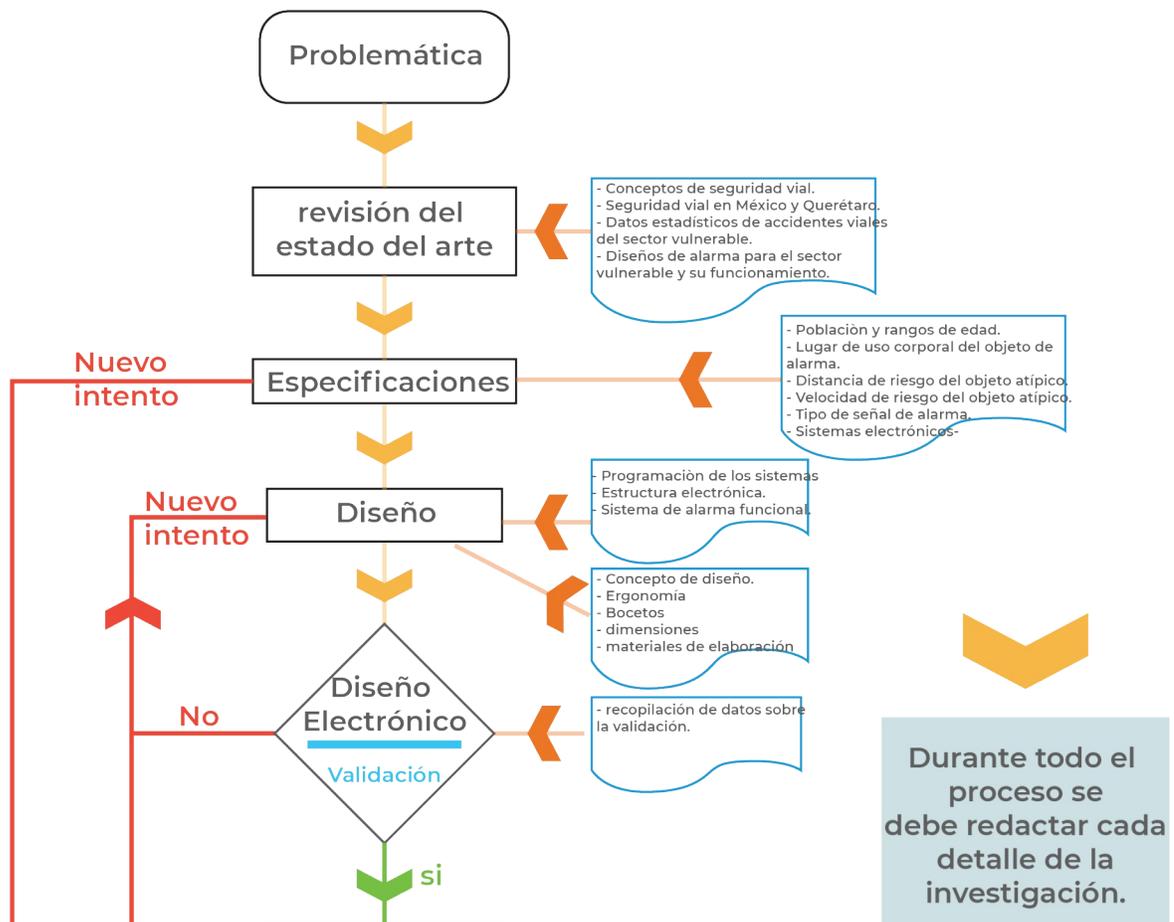


Figura 17: Diagrama de flujo del proyecto – Parte 1 (Autoría propia, 2021)

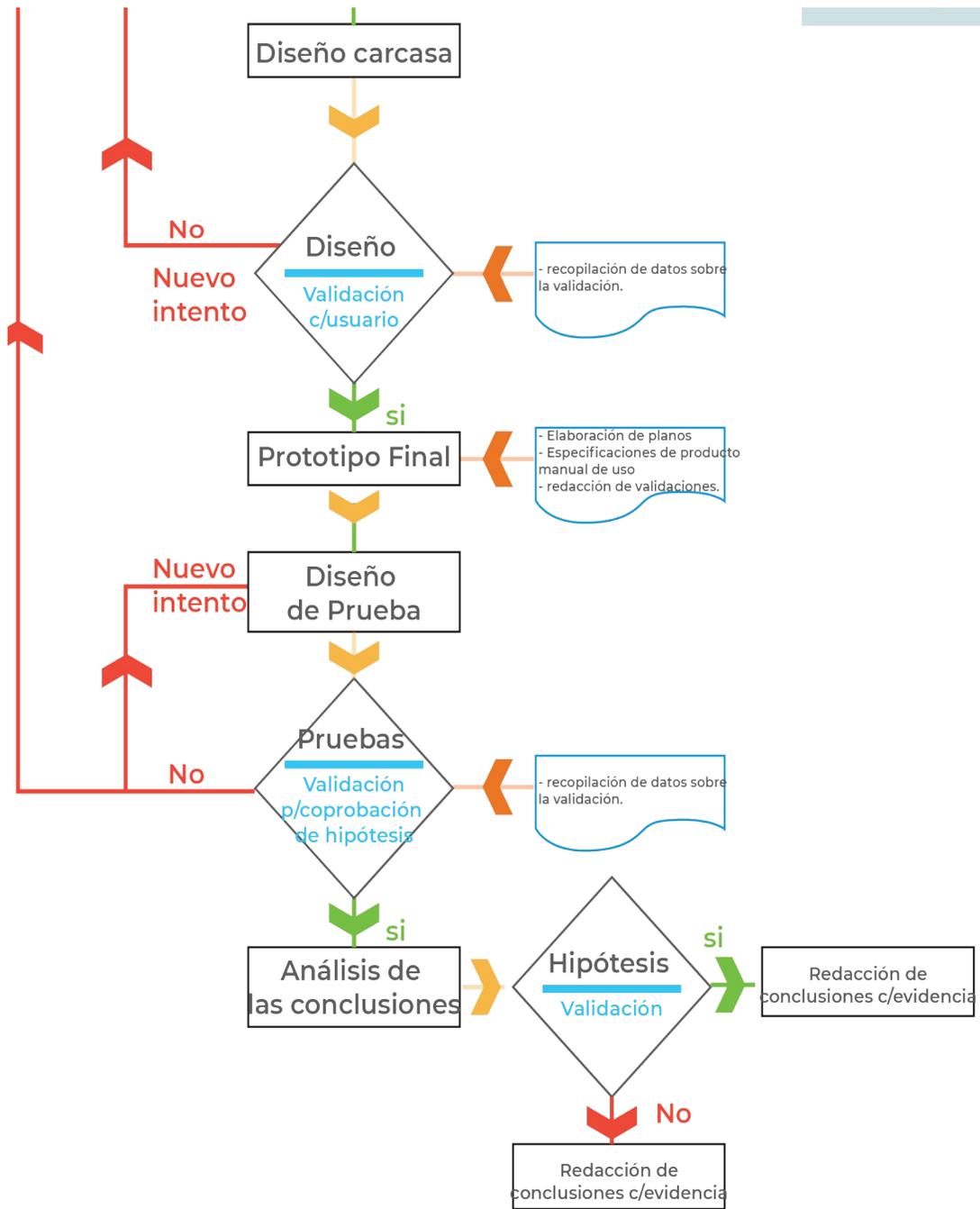


Figura 18: Diagrama de flujo del proyecto – Parte 2 (Autoría propia, 2021)

## B. Similares y existentes

Se presentan a continuación seis patentes internacionales vigentes, con el fin de conocer el estado del arte de los productos desarrollados similares a la investigación. En este apartado solo se presentan las patentes de mayor peso para la investigación en el [ANEXO C](#) se describen 50 adicionales.

---

1	No. De registro	País	Año dePublicación	deAutor-
	CA2697997C	Canadá	18/08/2015	Jocelyn Faubert, Rafael Doti, Jesús-Eduardo Lugo-Arce
Nombre: Método y sistema para mejorar los mecanismos sensoriales, reflejos y / o motores de un sujeto a través de estimulaciones auditivas, táctiles o visuales.				
Descripción: método o sistema para mejorar la sensibilidad de un primer mecanismo sensorial, reflejo y/o motor del sujeto estimulado por un segundo mecanismo				
La patente es de relevancia porque el sistema propuesto es capaz de generar impulsos a sensoriales al usuario para estimular un sentido en específico, de esta forma mejora el rendimiento humano de audición, visual y táctil. <b>“Ruido Gaussiano”</b>				
Usa parámetros, umbral, ruido y subliminal información.				

---

---

2	No. De registro	País	Año dePublicación	deAutor
	S 2 663 141 A1	España	11.04.2018	PEDROCHE PALOMAR, Antonio
Nombre: Dispositivo de Seguridad Vial				
Descripción: dispositivo que se pretende implantar en vehículos, bicicletas y corredores/peatones con la finalidad de generar una red de comunicación por medio de radiofrecuencias para advertir la presencia de otro dispositivo acercándose.				
La patente es de relevancia por ser un objeto que pueden portar los usuarios del sector vulnerable, cuenta con una carcasa, un microprocesador asociado a un módulo de radio con una antena que cuenta con un firmware de identificación vía radio, a su vez el microprocesador estará relacionado con medios luminoso y/o acústicos, alimentado de una batería recargable.				

---

---

3	No. De registro	País	Año dePublicación	deAutor
	B2490905A	Reino Unido	2012-11-21	PDave Lacey & Shawn Nathan
Nombre: Alarma de proximidad para alertar a HGV o LGV de que se acerca un ciclista o una motocicleta				
Descripción: dispositivo de alarma con un sistema de notificación de proximidad por medio de unidades receptoras y emisoras de información, con una distancia de 1km con variación según la velocidad del objeto.				
La patente es de relevancia por tomar el factor velocidad en la localización del objeto <b>que se aproxima (uso de acelerómetros), la distancia de donde puede recibir la señal y el aviso visual en el aparato (verde, naranja y rojo; con distancias entre ellos para personas con daltonismo)</b>				

---

---

4	No. De registro	País	Año de Publicación	deAutor
	GB2508500A	Reino Unido	2014-06-04	Darren Ayling & Chris John

---

Nombre: Sistema de advertencia de peligro para proteger una bicicleta de un vehículo motorizado.

Descripción: Objeto que recibe y emita una señal comunicando al usuario vulnerable una situación peligrosa que a su vez puede ser transmitida a un elemento de mobiliario urbano, las señales que emite el dispositivo son para aviso al conductor.

La patente es de relevancia por la emisión periódica que puede mantenerse dependiendo la distancia del vehículo motorizado. El uso de una etiqueta RFID 21(pasiva) configurada para emitir una señal RF23.

---

5	No. De registro	País	Año de Publicación	deAutor
	GB2538614A	Reino Unido	2018-06-06	<a href="#">Atsu Valentine</a>

---

Nombre: Guante de ciclismo

Descripción: guante de tela con luz integrada en la parte exterior de la mano (palma al dedo meñique).

La patente es de relevancia por integración de un elemento esencial en el ciclista como lo es los guantes con iluminación que cuenta con receptor de señal, un transmisor y medios para proporcionar advertencia al usuario y advertir al conductor la presencia de un ciclista.

---

6	No. De registro	País	Año de Publicación	deAutor
	JP2011106978A	Japón	2011-06-02	Yasuo Nakane & Isamu Tanaka

---

Nombre: Aparatos para medidas de seguridad peatonal

Descripción: Dispositivo creado para peatones, midiendo la distancia periódicamente entre el peatón y el ciclista.

La patente es de relevancia por medir la distancia entre peatones y ciclistas por medio de transmisor y receptor infrarrojo. *“Comprende: un circuito para provocar la señal de alarma y un mecanismo de advertencia para emitir un sonido o luz intermitente en respuesta a la señal de advertencia.”*

---

## Garmin varia RTL515



Figura 19: Figura 14  
Varia™ RTL515  
(Garmin,2021)

### Beneficios:

- Radar de visión trasera.
- Se vincula con el segundo dispositivo garmin para mejor visualización de los objetos
- El uso del dispositivo telefónico puede utilizarse como medio principal de visualización.
- Cuenta con una luz roja que permite a los conductores tener conocimiento del ciclista.
- Montaje sencillo y compatible con cualquier bicicleta.
- Batería hasta por 16 horas ([Garmin,2021](#)).

### Especificaciones

- “Dimensiones: 98,6 x 19,7 x 39,6 mm & Peso: 71,0 g
- Modos: fijo, pelotón, parpadeo nocturno y parpadeo diurno
- Lúmenes: 20 en modo fijo, 8 en modo pelotón, 29 en modo parpadeo nocturno y 65 en modo parpadeo diurno
- Autonomía de la batería: 6 horas en modo fijo, 8 horas en modo pelotón, 6 horas en modo parpadeo nocturno y 16 horas en modo parpadeo diurno
- ANT+®: Sí & BLE: Sí
- *Clasificación de resistencia al agua: IPX7*
- Ángulo de visión: 220 grado” ([Garmin,2021](#)).

## C. Actores clave

A continuación se describen los recursos básicos para el desarrollo del proyecto, a nivel intelectual y manufactura.

### RECURSOS PARA EL PROYECTO

#### RECURSOS HUMANOS

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
Ingeniero	Guía y asesoría para elaboración de prototipo electrónico.
Proveedor de impresiones 3 D	Para realizar la carcasa.
Profesor de física Matemáticas	Asesoría en la elaboración de relaciones entre la velocidad, distancia y el tiempo de reacción, así como el análisis de las estadísticas.
Diseñador Industrial	Manejo de materiales, diseño de carcasa y adaptación ergonómica de los componentes

#### RECURSOS MATERIALES

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
Multímetro (Voltímetro y amperímetro)	Medir la magnitud eléctrica que pasa por el circuito.
Cronómetro	Tiempo de detección del objeto atípico y reflejo en las alarmas.
Cables	Elaboración del circuito.
Cámara fotográfica	Recopilación de evidencias.
Cartón, papel batería, espuma oasis o poliuretano y plaster.	Elaboración de prototipos rápidos para carcasa.
Recursos digitales: Ilustrador, solidworks, rhinoceros, keyshot, Eagle (CADsoft) y la plataforma de programación del controlador.	Para visualización previa en uso de material para impresión 3D o presentar prototipos con acabados finales y programar los elementos electrónicos.
Uso de laboratorios: CEDIT laboratorio de automatización o mecatrónica de Ingeniería UAQ.	Para elaboración de prototipos rápidos uso de maquinaria y equipos.
Velocímetro	Medición de la velocidad del objeto aproximándose para pruebas y simulaciones.
Bicicleta urbana	Pruebas y simulaciones
Casco de ciclista	Pruebas y simulaciones de prototipos.
Guantes	Para pruebas de ergonómicas, de peso y simulaciones del prototipo.

## D. Normativas

Las normas citadas a continuación, son seleccionadas como base para la ejecución del prototipo, ya que son rangos establecidos por la Norma Oficial Mexicana.

- **Cargas mano:**

NOM	NOMBRE	RANGO	COMPROBACIÓN
ISO 11228-1, 2003	Manejo Manual de Cargas	Masa $\geq 3$ kg a una V: 0,5 y 1,0 m/s, sobre una superficie plana. T: 8 horas.	Báscula (
DETALLES	<p>“Especifica los límites recomendados para el levantamiento – incluye las tareas de levantar y bajar. Restricciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se considera solo el manejo manual de objetos con una masa igual o mayor a <b>3 Kg.</b></li> <li>• El ritmo al caminar debe ser con una velocidad moderada entre 0,5 y 1,0 m/s, sobre una superficie plana.</li> <li>• No toma en consideración el análisis de tareas combinadas, realizadas en un turno, cuya duración será de 8 horas.</li> </ul> <p>Considerando los tres movimientos siguientes:</p> <p>A.A Levantar manualmente: Mover un objeto desde su posición de reposo, hacia arriba, sin asistencia mecánica.</p> <p>A.B <i>Bajar manualmente: Mover un objeto desde su posición de reposo, hacia abajo, sin asistencia mecánica.</i>” (Organización internacional de Normalización [ISO], 2003)</p>		
<b>NOM-036-1-STPS-2018</b>	<p>Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo-Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas. “Se considera como carga aquella con una masa mayor o igual a 3 kg.” COMPROBACIONES DE CARGA Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) - Norma Oficial Mexicanas (NOM-036-1-STPS-2018)</p>		

- **Colores de alarma visual:**

NOM	NOMBRE	RANGO	COMPROBACIÓN	CITA
NOM-003- SEGOB-2011	Señales y avisos para protección civil. - Colores, formas y símbolos a utilizar	Verde, Amarillo y Rojo.	----	
<b>DETALLES</b>	<p>Colores de seguridad y su aplicación en señales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rojo: Alto, prohibición, identifica equipo contra incendios.</li> <li>• Amarillo: Precaución, riesgo.</li> <li>• Verde: Condición segura, primeros auxilios.</li> <li>• Azul: Obligación.</li> </ul> <p>Colores contraste y su aplicación en las señales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rojo – Blanco</li> <li>• Amarillo – Negro o magenta</li> <li>• Verde – Blanco</li> <li>• Azul – blanco</li> </ul> <p>Para las señales fotoluminiscentes, se permite el color de contraste, el amarillo verdoso en lugar del blanco.</p> <p>Para las señales informativas, de precaución y de obligación, el color de seguridad debe cubrir cuando menos el 50% de la superficie total de la señal aplicado en el fondo y el color del símbolo debe ser el de contraste.</p> <p>Ubicación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las señales se colocarán de acuerdo a un análisis de las condiciones y características del sitio o instalación a señalizar, considerando lo siguiente:</li> <li>• Las señales informativas se deben colocar en el lugar donde se necesiten, permitiendo que el observador tenga tiempo suficiente para captar y comprender el mensaje.</li> <li>• Las señales de precaución se deben colocar donde exista un riesgo, para advertir de su presencia al observador y le permita con tiempo suficiente captar y comprender el mensaje sin exponer su salud e integridad física.</li> </ul>			

- **Luz**

NOM	NOMBRE	RANGO	COMPROBACIÓN	CITA
BS 62115:2005	EN Electric toys	555 nm y 700 nm	----	<a href="#">(BS, 2005)</a>
<b>DETALLES</b>	<p>Juguetes que incorporan láseres y diodos emisores de luz</p> <p>Dispositivo láser que puede fabricarse para producir o amplificar radiación electromagnética en el rango de <b>longitud de onda de 180 nm a 1 mm</b>, principalmente mediante el proceso de emisión estimulada controlada.</p>			
EN 62471- 2009	Photobiological Safety Of Lamps And Lamp Systems			<a href="#">(EN, 2009)</a>
<b>DETALLES</b>	<p>Los posibles efectos negativos provocados por la radiación óptica sobre la piel y los ojos se conocen como riesgos fotobiológicos. Esta norma obliga al LED a cumplir con la cantidad de radiaciones emitidas por todas las fuentes con una longitud de onda entre los <b>200 y los 3000 nanómetros (nm)</b>.</p>			

NOTA:

El ojo humano detecta en el rango de longitud de onda un intervalo entre 380nanómetros (color violeta) hasta 770 nanómetros (color rojo) denominado espectro visible, con sensibilidad máxima en el rango nanométrico de 500 a 580 que abarcan los colores azul, verde y amarillo. ([SCT, 2015](#))

#### I Deslumbramiento:

Fenómeno de la visión que genera molestias a la vista o disminución en la distinción de objetos por la inadecuada distribución de luminarias, este fenomeno se produce por un exceso de luz. ([SCT, 2015](#))

#### II Existen dos tipos de deslumbramiento:

- El molesto que produce un efecto desagradable, aunque no se pierda la visión, produce fatiga debido a que el usuario forzar su pupila para ajustar los cambios de luz ([SCT, 2015](#)).
- Perturbador o fisiológico, aquel donde se pierde por completo la visión, el cual causa accidentes viales ([SCT, 2015](#)).

#### III Función de luminosidad:

En el concepto denominado fotometría( basado en el sistema de unidades para caracterizar la respuesta del ojo humano a la luz) ([Batista, 2019](#)) la función de luminosidad describe la relación entre *“la sensación de luz humana y el concepto físico de luz, que es la cantidad a la cual los instrumentos de medida reaccionan([Shoptronica, s.f](#))”*. Función que depende de que el ojo se encuentre adaptado a condiciones de adecuadas(visión fotópica) o inadecuadas(visión escotópica) de iluminación. *“Así, en condiciones fotópicas, la curva alcanza su pico para 555 nm, mientras que en condiciones escotópicas lo hace para 507 nm ([Shoptronica, s.f](#)).”*

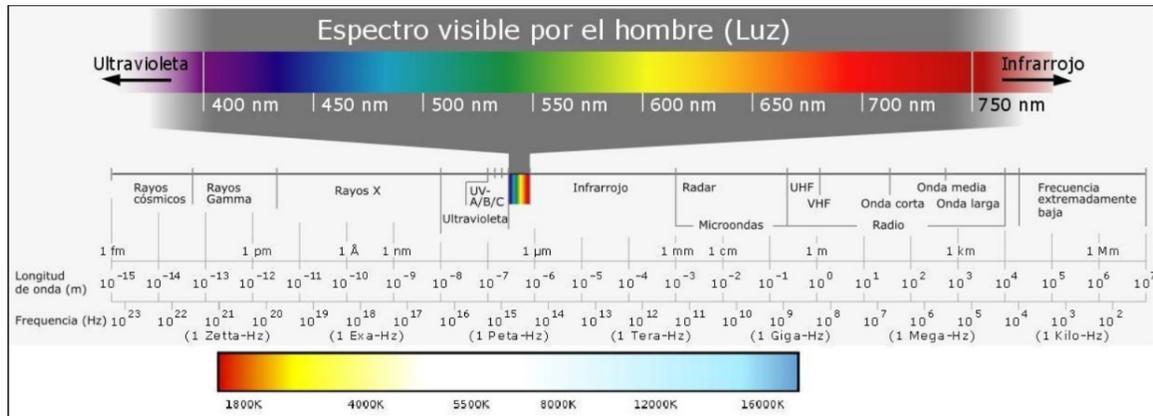


Figura 20: Espectro visible por el hombre (Shoptronica, s.f).

Otro de los aspectos vinculados a la percepción visual y el bienestar existe en la relación entre la iluminancia y la temperatura de color, manteniéndose dentro de parámetros compatibles con las curvas de Kruithof para fuentes en las instalaciones de alumbrado exterior, mostrado en la Figura 21 (Garcia, 2018), y con relación a la figura 20 .

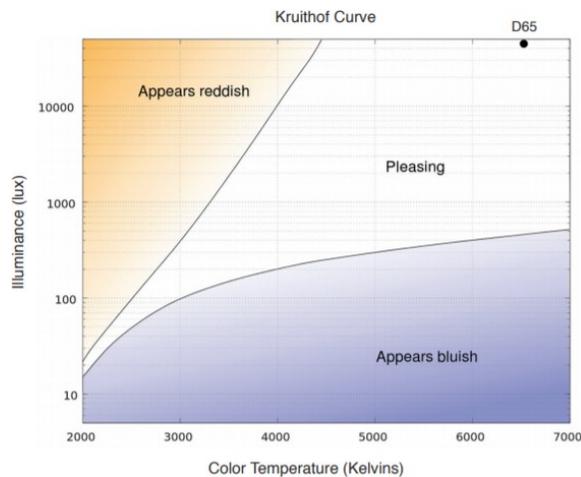


Figura 21: Curva de Kruithof (Garcia, 2018)

#### IV Temperatura de color (C.C.T., Color Correlated Temperature):

La temperatura de color es un índice con el cual podemos especificar el color de una fuente de luz. Expresada en Kelvin (K) se define como la temperatura que debe tener un

cuerpo negro para que la radiación lumínica que emite sea igual a la fuente considerada; *“manera que ambas radiaciones tengan la misma apariencia de color y cromaticidad (Chauvie & Risso, 2003).”*

Colores > 5.000 K: el espectro de la fuente tiene inclinación hacia los azules, tratándose de una luz fría.

Colores < 3.300 K: Predominando el amarillo, se trata de una fuente cálida.

Es decir, a mayor temperatura de color la emisión se caracteriza por un nivel frío, por lo tanto la Figura () *“el gráfico nos indica que a mayor iluminancia la Temperatura de Color deberá aumentar, la fuente deberá ser más “fría” para no resultar molesta para los usuarios (Chauvie & Risso, 2003).”*

Explicado en la Ley de Wien en la cual expresa: El producto de la longitud de onda por la Temperatura es igual a una constante

$$\lambda T = 2.9 \times 10^{-3} \text{ m.K.}$$

Algunos ejemplos de temperatura de color son:

Lámparas de filamento, con gas - 2800-3100 K

Lámparas halógenas de tungsteno: 3200-3400 K

Luz solar promedio (medio día): 5250 K

Cielo nublado: 7000 K

Cielo despejado: 12000-24000 K

Las lámparas fluorescentes Blanco: 3500 K

Luz de día 4300 K

[\(Chauvie & Risso, 2003\)](#).

#### V Flujo Luminoso:

Se le denomina a *“la energía radiada que recibe el ojo humano según su curva de sensibilidad y que transforma en luz durante un segundo”,* es decir, *“es la cantidad total de luz emitida o radiada en un segundo, en todas las direcciones”*.

Se representa con la letra griega  $\Phi$  siendo la unidad el lumen (lm).

*“El lumen (lm) es el flujo luminoso de la radiación monocromática que se caracteriza por una frecuencia de valor  $540 \times 10^{12}$  Hz y por un flujo de energía radiante de  $1/683$  W. Un*

Watt de energía radiante de longitud de onda de 555 nm en el aire equivale aproximadamente a 683 lm ( [Secretaría de Comunicaciones y Transportes., 2015](#))”.

En la Tabla 10 se muestran las longitudes de onda de los LEDS en relación con la descripción del color y las sustancias con las que se fabrican ([Gago, Calderón & Fraile, 2012](#)).

Longitud de Onda	Color		Tensión de polarización directa	Intensidad	Materiales
940 nm.	Infrarrojo	--	1,5 V @ 20 mA.	16 mW @ 50 mA.	GaAs
880 nm.	Infrarrojo	--	1,7 V @ 20 mA.	18 mW @ 50 mA.	GaAlAs
660 nm.	Ultra Rojo		1,8 V @ 20 mA.	2000 mcd @ 20 mA.	GaAlAs
635 nm.	Rojo Alta Eficiencia		2,0 V @ 20 mA.	200 mcd @ 20mA.	GaAsP/GaP
633 nm.	Súper Rojo		2,2 V @ 20 mA.	3500 mcd @ 20 mA.	InGaAlP
620 nm.	Súper Naranja		2,2 V @ 20 mA.	4500 mcd @ 20 mA.	AlInGaP
612 nm.	Rojo – Naranja		2,2 V @ 20 mA.	6500 mcd @ 20 mA.	InGaAlP
605 nm.	Naranja		2,1 V @ 20 mA.	160 mcd @ 20 mA.	GaAsP/GaP
592 nm.	Amarillo Puro		2,1 V @ 20 mA.	7000 mcd @ 20mA.	GaAsP/GaP
585 nm.	Amarillo		2,1 V @ 20 mA.	100 mcd @ 20 mA.	AlInGaP
570 nm.	Verde Lima		2,0 V @ 20 mA.	1000 mcd @ 20 mA.	InGaAlP
565 nm.	Verde		2,1 V @ 20 mA.	200 mcd @ 20mA.	GaP
555 nm.	Verde Puro		2,1 V @ 20 mA.	80 mcd @ 20 mA.	InGaP
525 nm.	Verde Acuoso		3,5 V @ 20 mA.	7000 mcd @ 20 mA.	SiC/GaN
505 nm.	Verde turquesa		3,5 V @ 20 mA.	2000 mcd @ 20 mA.	InGaN/Zafiro
480 nm.	Súper Azul		3,6 V @ 20 mA.	2000 mcd @ 20 mA.	SiC/GaN
430 nm.	Azul		3,8 V @ 20 mA.	100 mcd @ 20 mA.	GaN
370 nm.	Ultravioleta	--	5 V. @ 20 mA.	-----	GaN

Tabla 10: Longitudes de onda de los LEDS en relación con la descripción del color y las sustancias(Gago, Calderón & Fraile, 2012).

En conclusión, se desconoce la existencia de una NOM con un rango de lm establecido en LED una corriente directa menores de 24 V, por lo tanto, el flujo luminoso se evaluará en la etapa de crea, a través de pruebas de ergonomía con escalas de Likert.

- **Sonido:**

<b>NOM</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>RANGO</b>	<b>COMPROBACIÓN</b>	<b>CITA</b>
<b>NOM-011-STPS-2001</b>	Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido	de 85 dB - 90 dB	----	
<b>DETALLES</b>	<p><b>Decibel:</b> es una unidad de relación entre dos cantidades utilizada en acústica, y que se caracteriza por el empleo de una escala logarítmica de base 10. Se expresa en dB</p> <p><b>Frecuencia:</b> es el número de ciclos por unidad de tiempo. Su unidad es el Hertz (Hz).</p> <p><b>Nivel de exposición a ruido (NER):</b> es el nivel sonoro A promedio referido a una exposición de 8 horas.</p> <p>nivel sonoro A</p> <p><b>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES</b></p> <p>NER            TMPE</p> <p>90 dB(A) 8 HORAS</p> <p>93 dB(A) 4 HORAS</p> <p>96 dB(A) 2 HORAS</p> <p>99 dB(A) 1 HORA</p> <p>102 dB(A) 30 MINUTOS</p> <p>105 dB(A) 15 MINUTOS</p>			
<b>NOM-081-SEMARNAT-1994</b>	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición			
<b>DETALLES</b>	<b>HORARIO</b>	<b>LÍMITES PERMISIBLES</b>		
	6: 00 A 22:00	68 dB (A)		
	22: 00 A 6:00	65 dB (A)		

**Nota:**

Según el documento “Escuchar sin riesgos” emitido por la OMS ([2015](#)) da a conocer que el “volumen de salida de los dispositivos de audio personales puede oscilar entre los 75 dB y los 136 dB”, el cual sufrirá variaciones dependiendo de las normativas y legislaciones de los países; en general, “los usuarios de dispositivos de audio personales suelen fijar su volumen entre los 75 dB y los 105 dB”, considerado por expertos que 85 decibelios (dB) en un máximo de 8 horas es el nivel máximo de exposición sin riesgos ([OMS,2015](#)). Aspectos a considerar:

- Vibración

NOM	NOMBRE	RANGO	COMPROBACIÓN	CITA
NOM-024-STPS-2001	Vibraciones- Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.	8 hasta 1600 Hz	----	

**DETALLES**

- Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE): trabajadores que en el desempeño de sus actividades laborales están expuestos a vibraciones.
- Vibraciones: movimientos periódicos u oscilatorios de un cuerpo rígido o elástico desde una posición de equilibrio.
- Vibraciones en cuerpo entero: fenómeno físico que se manifiesta por la transmisión de energía mecánica por vía sólida, en el intervalo de frecuencias desde 1 hasta 80 Hz, al cuerpo entero del POE.
- Vibraciones en extremidades superiores: fenómeno físico que se manifiesta por la transmisión de energía mecánica por vía sólida, en el intervalo de frecuencias desde 8 hasta 1600 Hz, a las extremidades superiores del POE.

En la se muestran las curvas del tiempo de exposición a vibraciones por día en un intervalo de 1 a 80 Hz de frecuencia en el eje longitudinal  $a_z$ ; en la Gráfica 2 se muestra el tiempo de exposición por día para los ejes de aceleración transversal  $a_x$  y  $a_y$ , en un intervalo de frecuencia de 1 a 80 Hz.

Calcular mediante el sistema BIODINAMICO Y BASICENTRICO DE COORDENADAS, Se debe realizar un análisis espectral en bandas de tercios de octava (de 8 a 1600 Hz) por cada eje y calcular el componente direccional de la aceleración ponderada conforme a la siguiente ecuación:

**El tiempo de exposición se obtiene relacionando la frecuencia con la aceleración.**

FRECUENCIA CENTRAL DE TERCIO DE OCTAVA (Hz)	TIEMPO DE EXPOSICION								
	24 h	16 h	8 h	4 h	2.5 h	1 h	25 min	16 min	1 min
	LIMITE DE ACELERACION LONGITUDINAL EN ( $a_z$ ), $m/s^2$								
1.00	0.280	0.383	0.63	1.06	1.40	2.36	3.55	4.25	5.60
1.25	0.250	0.338	0.56	0.95	1.26	2.12	3.15	3.75	5.00
1.60	0.224	0.302	0.50	0.85	1.12	1.90	2.80	3.35	4.50
2.00	0.200	0.270	0.45	0.75	1.00	1.70	2.50	3.00	4.00
2.50	0.180	0.239	0.40	0.67	0.90	1.50	2.24	2.65	3.55
3.15	0.160	0.212	0.355	0.60	0.80	1.32	2.00	2.35	3.15
4.00	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
5.00	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
6.30	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
8.00	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
10.00	0.180	0.239	0.40	0.67	0.90	1.50	2.24	2.65	3.55
12.50	0.224	0.302	0.50	0.85	1.12	1.90	2.80	3.35	4.50
16.00	0.280	0.383	0.63	1.06	1.40	2.36	3.55	4.25	5.60
20.00	0.355	0.477	0.80	1.32	1.80	3.00	4.50	5.30	7.10
25.00	0.450	0.605	1.00	1.70	2.24	3.75	5.60	6.70	9.00
31.50	0.560	0.765	1.25	2.12	2.80	4.75	7.10	8.50	11.2
40.00	0.710	0.955	1.60	2.65	3.55	6.00	9.00	10.6	14.00
50.00	0.900	1.19	2.0	3.35	4.50	7.50	11.2	13.2	18.0
63.00	1.120	1.53	2.5	4.25	5.60	9.50	14.0	17.0	22.4
80.00	1.400	1.91	3.15	5.30	7.10	11.8	18.0	21.2	28.0

- **Energía:**

Para el suministro de energía se toma como punto de referencia las normativas enfocadas a juguetes, ya que el voltaje a usar en el dispositivo no es mayor de 1500 V, como lo marca en la NOM NOM-003-SCFI-2014 Productos eléctricos-Especificaciones de seguridad en sus referencias, pero si será considerada en algunos puntos que están citados en la siguiente tabla

<b>NOM</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>RANGO</b>	<b>COMPROBACIÓN</b>	<b>CITA</b>
<a href="#"><u>EN 62115:2005</u></a>	Electric toys	HASTA 24 V	Multímetro u Osciloscopio	
<b>DETALLES</b>	<p>Los juguetes deben ser juguetes de batería, juguetes transformadores o juguetes de suministro doble. Su suministro el voltaje no debe exceder los 24 V.  El voltaje de trabajo entre dos partes cualesquiera del juguete no debe exceder los 24 V cuando el juguete está suministrado a voltaje nominal  A demás, cuenta con Anexos para experimentos de Uso de Leds, resistencia, holguras, distancias de fuga, aislamiento sólido y recubrimientos de conjuntos de placas impresas rígidas,</p>			
<a href="#"><u>NMX-J-175/1-ANCE-2005</u></a>	<b>JUGUETES ELÉCTRICOS - SEGURIDAD</b>			
<b>DETALLES</b>	<p>Criterio general en materia de certificación para la evaluación de la conformidad de juguetes eléctricos, considerados en el alcance de la norma oficial mexicana NOM-003-SCFI-2014, con respecto a la norma mexicana NMX-J-175/1-ANCE-2005.  Referente a la agrupación de familia para juguetes eléctricos, se deben cumplir los siguientes criterios:  Juguete con base en su función principal, conforme a lo siguiente:  Con operación por medio de motor o inductor  Con operación por medio de calefactor  Con fuente luminosa, para experimentos o los no considerados en los tres tipos antes mencionados.  Mismo tipo de alimentación, de pilas o baterías, con tensión nominal de alimentación:  Menor que JUGUETES ELECTRICOS-SEGURIDAD excepto botón o R1  Mayor o igual que 12 V y menor o igual que 24 V  Tipo botón o R1  De transformador, se permite una variación en la potencia asignada de entrada de 20 % considerando como base el modelo de mayor potencia y aplicando el límite hacia abajo  De doble alimentación, considerar los dos anteriores.</p>			

## Medidas de seguridad

<b>NOM</b>	<b>NOMBRE</b>
<b><u>NOM-003-SCFI-1993</u></b>	Aparatos eléctricos, requisitos de seguridad en aparatos electrodomésticos y similares
<b>DETALLES</b>	<p>INCISOS DE INTERÉS:</p> <p><b>4.3.13.</b> Material higroscópico como aislamiento. La madera, el algodón, la seda, el papel común y fibras similares o el material higroscópico no debe usarse como aislamiento, a menos que esté impregnado.</p> <p>4.4. Requisitos mecánicos.</p> <p>4.5.2. Resistencia a la humedad y la protección adecuada.</p> <p>4.5.3. Prueba de goteo, salpicadura y hermeticidad.</p> <p><b>4.6.</b> Requisitos eléctricos.</p> <p><b>4.6.1.</b> La presente norma únicamente aplica a aparatos electrodomésticos monofásicos para un voltaje hasta de 127 volts <math>\pm</math> 10 %.</p> <p><b>4.6.2.</b> Protección contra choque eléctrico.</p> <p><b>4.6.2.1.</b> Dedo y aguja de prueba.</p> <p><a href="http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4734684&amp;fecha=04/05/1993#:~:text=DOF%3A%2004%2F05%2F1993,de%20Comercio%20y%20Fomento%20Industrial.">http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4734684&amp;fecha=04/05/1993#:~:text=DOF%3A%2004%2F05%2F1993,de%20Comercio%20y%20Fomento%20Industrial.</a></p>
<b><u>NOM-001-SCFI-1993</u></b>	"Aparatos electronicos - aparatos electronicos de uso Domestico alimentados por diferentes fuentes de energia electrica - requisitos De seguridad y metodos de prueba para la aprobacion de tipo."
<b>DETALLES</b>	<p>INCISOS DE INTERÉS:</p> <p>4.22 Circuitos Impresos a 4.27 Tipos de aislamientos</p> <p>CONDICIONES DE PRUEBA</p> <p>10. PELIGRO DE CHOQUE ELECTRICO BAJO CONDICIONES NORMALES DE OPERACION</p> <p>11. REQUISITOS DE AISLAMIENTO</p> <p>11.1 Tratamiento de humedad.</p> <p>11.2 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.</p> <p>12. ROBUSTEZ MECÁNICA</p> <p>12.1 Prueba de golpeteo</p> <p>12.2 Fijación de dispositivos de control.</p> <p>13. COMPONENTES INVOLUCRADOS EN LA SEGURIDAD</p> <p>13.1 Pilas, baterías y sus compartimientos</p> <p>15 CABLES Y CORDONES FLEXIBLES EXTERIORES</p> <p>17 ESTABILIDAD MECÁNICA</p>
<b><u>NOM-008-SCFI-2002</u></b>	SISTEMA GENERAL DE UNIDADES DE MEDIDA.
<b>DETALLES</b>	Establece las Unidades utilizadas en el país, a las cuales se deben adaptar en el proyecto y en las especificaciones
<b><u>NOM-048-SCFI-1997</u></b>	INSTRUMENTOS DE MEDICION-RELOJES REGISTRADORES DE TIEMPO-ALIMENTADOS CON DIFERENTES FUENTES DE ENERGÍA
<b>Detalles</b>	Resistencia dieléctrica o de aislamiento El aislamiento debe ser adecuado al dispositivo. El cumplimiento con lo anterior se verifica por medio de las

---

siguientes pruebas:

-  
Prueba de resistencia de aislamiento con 500 V corriente continua.

-  
Prueba de rigidez dieléctrica.

7. Métodos de prueba para la aprobación de modelo o prototipo

7.1 Prueba de sobretensión

7.1.1 Aparatos y equipos

Fuente de alimentación variable de corriente continua;

Fuente de alimentación variable de 0 V a 140 V corriente alterna a una frecuencia de 60 Hz con una capacidad de 5

A;

Prueba de contacto eléctrico accidental

La instalación eléctrica debe estar de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMP

(véase 2 referencias).

---

## E. Dispositivos electrónicos

### Microcontrolador y microprocesadores:

Los existentes se exponen en la Tabla 11, son aquellos que se ajustaban a los proyectos DIY (Do It Yourself [hazlo tú mismo]), tienen un bajo costo y cuentan con opciones de programación simplificada o sistema mínimo.

	Arduino Uno	Raspbrry Pi B	BeagleBone Black
Procesado	ATMega 328	Arm11	AM335x
Velocidad	T16 MHz	700 MHz	1 GHz
RAM	2 KB	512 MB	512 MB
USB	n/a	2	1
Audio	n/a	HDMI, Analógico	HDMI
Video	n/a	HDMI, Analógico	Mini-HDMI
Ethernet	n/a	10/100	10/100
I/O	14 GPIO, 6-10 bit analog	8 GPIO	69 GPIO, LCD, GPMC, MMC1,MMC2, 7 AIN, 4 temporizadores, 4 puertos seriales, CAN0
Tamaño	2.95" x 2.1"	3.37" x 2.125"	3.4" x 2.1"
Sistema Operativo	n/a	Linux	Android, Linux, Cloud9, Windows, CE, etc
Entorno	Arduino IDE	Linux, IDLE, Eclipse, OpenEmbedded, QEMU,Scratchbox	Python, Scratch, Linux, Eclipse, Android ADK
Costo	29.95 USD	35 USD	45 USD

Tabla 11: Comparación de especificaciones (Casco, 2014).

De los existente se trabajará con la plataforma Arduino, seleccionando entre sus variantes, las siguientes:

- **Tabla comparativa: tarjetas arduino**

TIPO	NANO	MICRO	UNO	MEGA
<b>Microcontrolador</b>	ATmega328	ATmega32U4	ATmega328P	ATmega2560
<b>Arquitectura</b>	AVR			
<b>Tensión de funcionamiento</b>	de 5 V	5V	5V	5V
<b>Memoria flash</b>	32 KB de los cuales 2 KB utiliza el gestor de arranque	32 KB (ATmega32U4) utiliza el gestor de arranque	32 KB (ATmega328P) utiliza el gestor de arranque	KB256 KB de los cuales 8 KB utiliza el gestor de arranque
<b>SRAM</b>	2 KB	2,5 KB (ATmega32U4)	2 KB (ATmega328P)	8 KB
<b>Velocidad de reloj</b>	16 MHz	16 MHz	16 MHz	16 MHz
<b>Pines analógicos IN</b>	8		6	16
<b>EEPROM</b>	1 KB	1 KB (ATmega32U4)	1 KB (ATmega328P)	4KB
<b>Corriente CC por pines de E / S</b>	40 mA (pines de E / S)	20 mA Corriente CC para pin de 3.3V - 50 mA	20 mA Corriente CC para pin de 3.3V - 50 mA	20 mA Corriente CC para pin de 3.3V - 50 mA
<b>Voltaje de entrada</b>	7-12 V	7-9V	Recomendado: 7-12 V Límite: 6-20 V	Recomendado: 7-12 V Límite: 6-20 V
<b>Pines de E / S digitales</b>	22 (6 de los cuales son PWM)	20	14 (de los cuales 6 proporcionan salida PWM) Analógica: 6	64 (de los cuales 15 proporcionan salida PWM)
<b>Salida PWM</b>	6			
<b>El consumo de energía</b>	19 mA			
<b>Tamaño de PCB</b>	18 x 45 mm	18 x 48 mm	53.4 x 68.6 mm	53.3 x 101.52 mm
<b>Peso</b>	7 g	13g	25 g	37g
<b>Código de producto</b>	A000005		A000066	A000067
<b>Costo</b>	20.7	20.7	23	40.3
<b>LED_BUILTIN</b>		13	13	13

Se desplegó la tabla de los microcontroladores usados en las tarjetas Arduino seleccionadas:

TIPO	ATmega328	ATmega32U4	ATmega328P	ATmega2560
Tipo de memoria de programa	Destello	Destello	Destello	Destello
Tamaño de memoria	32	32	32	256
Velocidad cpu (MIPS/DMIPS)	20	16	20	16
SRAM (B)	2.05	2.56	2.05	2.05
Datos EEPROM / EEPROM (bytes)	1024	1024	1024	8.12
Periféricos de comunicación digital	1-UART, 2-SPI, 1-I2C	1-UART, 2-SPI, 1-I2C	1-UART, 2-SPI, 1-I2C	1-UART, 5-SPI, 1-I2C
Capturar / Comparar	1 captura de entrada,	Captura de 2 entradas,	2 CCP, 1 captura de entrada,	Captura de 4 entradas,
Periféricos PWM	1 CCP, 6PWM	12PWM	1 CCP, 6PWM	16PWM
Temporizadores	2 x 8 bits, 1 x 16 bits	2 x 8 bits, 2 x 16 bits	2 x 8 bits, 1 x 16 bits	2 x 8 bits, 1 x 16 bits
Número de pines				
Numero de comparadores	1	1	1	1
Rango de temperatura (° C)	-40 hasta 85	-40 hasta 85	-40 hasta 85	-40 hasta 85
Rango de voltaje de funcionamiento (V)	1.8 hasta 5.5	2.7 hasta 5.5	1.8 hasta 5.5	1.8 hasta 5.5
# De pines	32	44	32	100

### Sensores:

Se eligieron como opciones los siguientes sensores de proximidad y de distancia, además que tengan la capacidad de ángulo de visión de 180° y que puedan abarcar una distancia de más o igual de 15 m.

Debido a que la plataforma a trabajar será Arduino, y las especificaciones de distancia de frenado de un coche por competo se encuentra a los 13 m de una velocidad de 15 k/h, se concluye que el registro del sensor debe detectar un objeto en un rango máximo de 15 m, con la finalidad de brindarle 2 m extra al usuario.

TIPO	TF02 LIDAR LED	Garmin Lidar Sen 14032
Blind zone		
Exactitud	+/- 1% ( 0.3 – 22 m)	( 0.5 – 40 m)
Light Source		
Photobiological Safety		
FOV		3°
Communication Interface	UART / CAN	I2C
Costo	US \$ 92.99	\$3850 .00 MXN
Total, de pines	4 Pines (Black GND, Red +5V, White RXD, Azul TXD)	-6 Pines (Red=+5V, Black=GND, Green=SCL, Orange= PWR EN, Yellow= MODE, Blue= SDA)
Dimensiones	52 x 36 x 48 mm	20 x 48 x 40 mm
Adicionales	Nivel de protección: IP63 - IP65	
Frame rate	1 – 500 Hz	1Hz – 1000 Hz
Temperatura		-20° - 60°
Peso	52 g	34.745 g

### Leds ultrabrillantes smd (montaje superficial)

Algunas de sus características son: Ángulo de visión: 30°, 2 pines, un diámetro de encapsulado de 5 mm y elaborados de material de Shell (Epóxido) ([CDMX Electrónica, 2020](#))

- *Temperatura de operación: 40 a 70 °C (Elegir materiales que soporte o agregar disipar el calor)*
- *Corriente nominal: 60mA (cálculo de la pila o batería)*
- *Encapsulado: transparente*
- *Ángulo de apertura: 120° (para posición, alcance de luz)*

Colores Disponibles	Longitud De Onda (Nm) /TC(K)	Voltaje De Operación (V)		Consumo (MW)	Flujo Luminoso (Lm)	Ángulo De Dispersión (°)
		MIN	MAX			
R	600-650	2.2	2.4	140	7-9	120
G	490-540	2.8	3.4	200	17-21	120
B	450-500	3.0	3.4	200	4-6	120
Y	550-600	2.2	2.4	140	6-8	120
W	5000-6000	3.0	3.4	200	19-21	120
WW	2700-3000	2.8	3.4	200	24-26	120

Tabla 12: Ficha técnica LED Ultrabrillante de montaje superficial (SiLed, 2020).

### Led rgb smd (montaje superficial)

Contiene los colores rojo, verde y azul, con 3 entradas y un cátodo común, cuenta con las siguientes características (SiLed , 2020):

- 3 colores con corriente máxima de 20mA
- Voltaje: 1.80V Red (2,4 max), Verde(intermedio) , Azul 2.8V (3.6V)
- RGB tricromática resistencia limitadora para prevenir el agotamiento
- A través de la PWM ajuste de tres colores primarios se pueden mezclar para obtener diferentes colores con una variedad de interfaz de un solo chip
- Voltaje de funcionamiento: 5V
- *Modo de avance del LED: conductor de cátodo común.*” ([Ahedo, S.f.](#)).

### Motor de vibración:

Especificaciones

- Voltaje de operación: 3v
- Velocidad: 14,100 rpm
- Amplitud: .85G

- Corriente typ: 67mA
- Diámetro: 4mm
- Largo: 8mm
- Peso: 0.5 g
- Costo: \$ 29.00 pesos

### **Buzzer:**

#### Características:

- Voltaje de funcionamiento 5V
- Voltaje mínimo de entrada recomendado 5V
- Voltaje máximo de entrada recomendado 5V
- Voltaje mínimo de entrada límite 5V
- Voltaje máximo de entrada límite 5V
- Capacidad de la memoria flash 0 kB
- Cable USB No
- Material: ABS
- Color: Negro
- Tamaño: 9 x 11.8 mm (L x D) / 0.35 x 0.46 pulgadas
- Tensión nominal: 5V
- Voltaje de funcionamiento: 4-8V
- Costo: \$14.50 pesos

### **E.7 volts 1 y 3 amp**

#### Especificaciones Técnicas

- Capacidad: 260mAh
- Voltaje máximo: 4.2V
- Voltaje mínimo: 2.75V
- Corriente máxima de descarga: 1CmA
- Temperatura de carga: -20°C / +60°C
- Temperatura de descarga: -20°C / +60°C

- Temperatura de almacenamiento: -20°C / +35°C
- Humedad de almacenamiento: <70%
- Dimensiones: 20mmx30mmx5.0mm
- Costo: \$74.00 pesos

### **Módulo de Bluetooth HC-05**

El módulo Bluetooth HC-05 utiliza el protocolo UART RS 232 serial. Es ideal para aplicaciones inalámbricas, fácil de implementar con PC, microcontrolador o módulos Arduino.

La tarjeta incluye un adaptador con 4 pines de fácil acceso para uso en protoboard.

Los pines del Módulo son:

- VCC
- GND
- RX
- TX

### **CARACTERÍSTICAS:**

- Voltaje de alimentación: 3.3 ~ 6 V
- Voltaje de operación: 3.3 V
- Compatible con el protocolo Bluetooth V2.0.
- Baud rate ajustable: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200.
- Corriente de operación: < 40 mA
- Corriente modo sleep: < 1 mA
- Tamaño: 37.5 x 16 x 7 mm
- Peso: 3.40 g
- Costo: \$74.00 pesos

Protoboard (solo para funcionamiento de los componentes)

- Tipo: Protoboard
- Puntos: 830 puntos
- Color: Blanco
- Material: Plástico ABS
- Longitud: 16.5 cm
- Ancho: 5.5 cm
- Altura: 1 cm
- Peso de la unidad: 96 g
- Autoadherible

SERVOMOTOR PARA ARDUINO PWM – SEÑALES 180°

- Barrido entre -90° y 90°, es decir, ángulo de giro de 180°.
- Tres cables : Alimentación de 5 Voltios, tierra y Pin PWM.

DISEÑO DE TARJETA PCB – “PARA SUPLIR EL PROTOBOARD “

Una vez realizada el prototipo funcional electrónico, se procederá a generar una placa para reducir el tamaño del dispositivo electrónico.

- *La carcasa será desarrollada a través de tecnología 3D con el uso de pastico ABS ya que es resistente al impacto y es utilizado en la fabricación de aparatos electrónicos.*

## Definir

### ***Lista de requerimientos***

- Usuario: Ciclista urbano
- Rango de edad: 25 a 35 años.
- Posición de los dispositivos: manubrio y en la parte inferior sillín

#	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
1	Función	Cubrir el campo de visión trasera del ciclista a partir del rango que cubre la visión periférica.
2	Función	Comenzar a detectar los objetos a partir de una velocidad de 30 km / h.
3	Función	Contar con un sistema de alarma y un sistema de respaldo.
4	Función	Evitar pasar corriente eléctrica al cuerpo.
5	Ergonomía	Decibelios conforme a la Normativa.
6	Ergonomía	Lúmenes conforme a Normativa.
7	Montaje	De uso superficial corporal en las áreas donde se vea reflejado el S G A .
8	Movimiento	El o los dispositivos deben permanecer fijo una vez colocados en el área designada.
9	Transportación	El o los dispositivos deben ser portables.

### ***Lista de deseables***

#	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
1	Función	De uso nocturno.
2	Dimensiones	Las dimensiones del o de los dispositivos de igual o menor tamaño de la parte central del ancho del manubrio

## Declaración de variables

En la Tabla 13, se presentan las variables dependientes e independientes planteadas en el proyecto para validar la hipótesis, donde el valor esperado es la disminución del tiempo de reacción en los usuarios.

# VARIABLES

INDEPENDIENTE		→	DEPENDIENTE
No. De relación	X - Causa		Y - Efecto:
3	Sistemas de alarma: Lumínico, sonoro y vibratorio.	→ <u>Disminuye</u>	<div style="border: 2px solid orange; padding: 5px;">                     Tiempo de reacción de ciclistas                 </div>
		Indicador: Longevidad del usuario	
2	Trayectoria de objetos con posibilidad de colisión.	→ Activa	Sistemas de alarma: Lumínico, sonoro y vibratorio.
		Indicador: Velocidad del objeto con posibilidad de colisión.	
1	Componentes electrónicos de lectura de aproximación. (lectura de señales para recibir señal)	→ Define	Trayectoria de objetos con posibilidad de colisión.

← Valor esperado

LECTURA DE INFERIOR A SUPERIOR

Tabla 13: Variables ( Autoría propia, 2021)

## Diagrama de componentes

Para un sencillo reconocimiento de los componentes del dispositivo, se asignaron dos diferentes nombres:

1) Visión: Componente que contiene el sensor

Encargado de recibir las señales de los objetos aproximándose y convertirlas en información que se comunique con el dispositivo “Misión”.

2) Misión: Componente que contiene la alarma visual y sonora.

Encargado de emitir las señales recibidas por el dispositivo “Visión”, convirtiéndolas en alarmas visuales (verde, amarilla y rojo) y en sonoras dependiendo la distancia.

En la Figura 22 se puede visualizar lo descrito anteriormente.

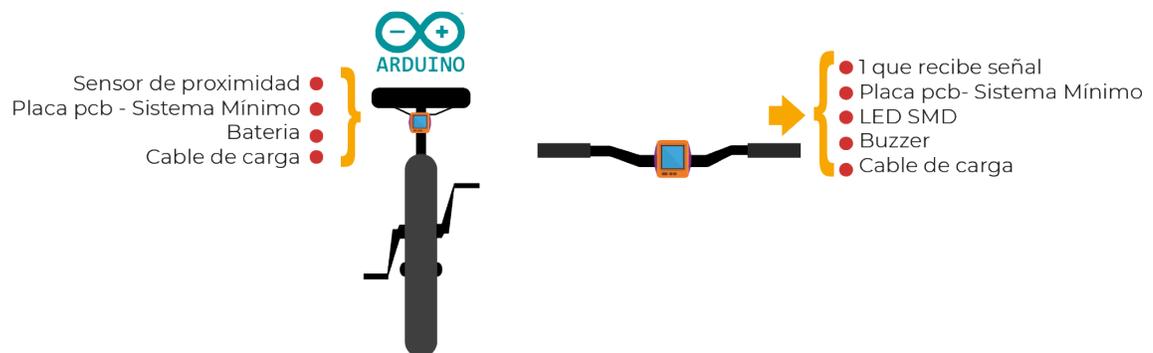


Figura 22: Diagrama de componentes ( Autoría propia, 2021).

## Estructura funcional

Para comprender el procesamiento y la transmisión de información entre los componentes se presenta en la Figura 23 la estructura funcional del dispositivo de seguridad activa.

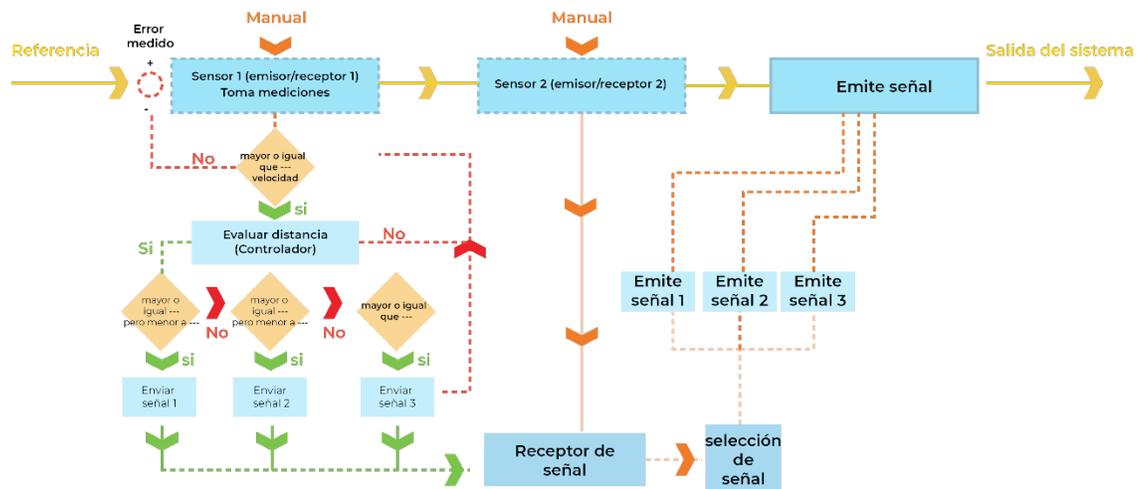


Figura 23: Estructura funcional ( Autoría propia, 2021).

## Normativas

El desarrollo del prototipo será regido por las Normativas intencionales y de México, presentadas en las siguientes tablas.

### RANGOS DE UMBRALES:

NO UMBRALES	DEDISTANCIAS	COLOR	RANGO – LUZ 555 nm y 700 nm BS EN 62115:2005	RANGO – SONIDO NOM-011-STPS-2001 NOM-081-SEMARNAT- 1994	RANGO – VIBRACIÓN NOM-024-STPS- 2001
1	15 a 20 M	VERDE	565 nm	85 a 90 dB	8 hasta 1600 Hz
2	10 M a 14 M	AMARILLO	585 nm		Pacini – 60 a
3	0 M a 9 M	ROJO	635 nm		400 Hz Tiempo de uso

### CARGAS A MANO:

NOM	NOMBRE	RANGO	COMPROBACIÓN
ISO 11228-1, 2003	Manejo Manual Cargas	deMasa >=3 kg a una V: 0,5 y 1,0 m/s, sobre una superficie plana. T: 8 horas.	Báscula
NOM-036-1-STPS- 2018			

### COLORES:

NOM	NOMBRE	RANGO	COMPROBACIÓN
NOM-003-SEGOB- 2011	Señales y avisos para protección civil. Colores, formas símbolos a utilizar	Verde, Amarillo y Rojo. -	----

### ENERGÍA:

NOM	NOMBRE	RANGO	COMPROBACIÓN
EN 62115:2005	Electric toysr	HASTA 24 V	Multímetro u Osciloscopio
NMX-J-175/1- ANCE-2005	JUGUETES ELECTRICOS- SEGURIDAD	12 V	

## Dispositivos seleccionados

La lista de los componentes de mercado seleccionados para el desarrollo del prototipo son los siguientes:

### COMPONENTE 1: VISIÓN – SENSOR

NO. PIEZA	DENOMBRE	PRECIO (MXN)	DIMENSIÓN	PESO	mA
1	Sensor: LIDAR 14032	3500.00	20 * 48 * 40 mm	22 g	130mA continua
2	Placa PCB	150.00	5 x 3 mm	13 g	
3	Microcontrolador: ATmega328P	2.7	7.49 X 34.8 x 4.57 mm	2.2 g	46 mA
4	1 Batería	160.00	20 x30 x 5.0 mm	35g	12000mAh
5	Servo motor	64.00	24 x 26 x 7 mm	12 g	550 mA
6	Carcasa – Impresión 4 pzas	500.00		80 g	-
7	Gomas anti vibración	140.00	D= 12 mm	1 g	-
8	Cable de carga	7.00	2 m		
<b>TOTALES</b>		<b>4548.00</b>			<b>726 mA</b>

### COMPONENTE 2: MISION – ALARMA

NO. PIEZA	DENOMBRE	PRECIO (MXN)	DIMENSIÓN	PESO	mA
1	Placa PCB	150.00	20 x 40 mm	13 g	
2	15 LED S M D 20 mA	20.00	8 X 12 X 2 mm	2 g	300 mA
3	Buzzer Arduino	14.00	9 x 11.8 mm	8 g	25mA
4	Carcasa - Impresión	120.00		150 g	
<b>TOTALES</b>		<b>304.00</b>			<b>325 mA</b>

**Suma total de costos: 4,852.00 MNX**

**Suma de componentes :consumo eléctrico**

Tiempo de descarga = carga eléctrica batería/ consumo eléctrico del dispositivo.

$$T_c = 12000\text{mAh} / (726\text{ mA} + 325\text{mA})$$

$$T_c = 12000\text{ mAh} / 1051\text{ mA}$$

$$T_c = 11.41\text{ h.}$$

Para fines del dispositivos se descargo una batería dentro del dispositivo, se usará un power bank.

Crear

## Programación

Arduino

- **PSEUDO CÓDIGO**

Se genera un algoritmo o pseudo código del sistema de detección de obstáculos para facilitar el planteamiento del código aplicado en la programación de los componentes en los diferentes prototipos a programar, con la finalidad de particionar la programación y facilitar el desarrollo paso a paso del prototipo final

Código 1

- 1 Comprobar la velocidad de los objetos: 30 km/h
  - 1.a ¿Está dentro del rango para avisar?
    - 1.a.i Si
      - a.i.1 Mandar señal
        - Lanzar alarma **visual** y sonora
        - Continuar
  - 1.b No
    - 1.b.i Continuar leyendo

Código 2:

El algoritmo sistema de alerta visual y sonora: cuando la distancia es 15 a 20 m

- 1 ¿Está en zona **verde**?
  - 1.a Si
    - 1.a.i Enviar señal a
      - a.i.1 Encender LED **verde**
      - a.i.2 Emitir sonido 1
      - a.i.3 Salir
  - 1.b No
    - 1.b.i Continuar
- 2 ¿Está en zona **amarilla**? Cuando la distancia es de 11 a 14 m

2.a Si

2.a.i Enviar señal

a.i.1 Encender LED **amarillo**

a.i.2 Emitir sonido 2

a.i.3 Salir

2.b No

2.b.i Continuar

3 ¿Está en zona **rojo**? Cuando la distancia es de 0 a 10 m

3.a Si

3.a.i Enviar señal

a.i.1 Encender LED **rojo**

a.i.2 Emitir sonido 3

a.i.3 Salir

3.b No

3.b.i Continuar

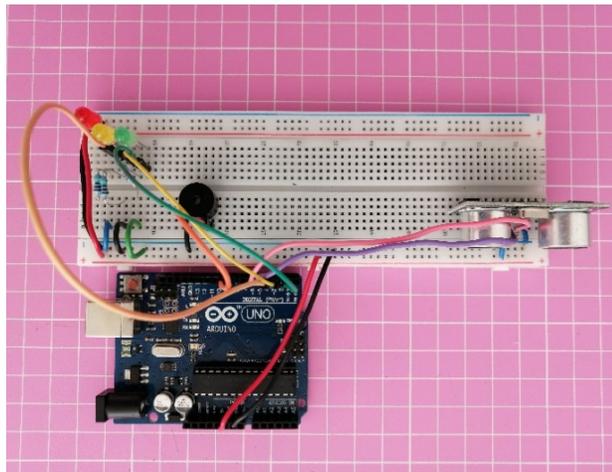
- **Prototipos electrónicos**

**PROTOTIPO 1: Sensor ultrasónico**

El primer prototipo electrónico es el conjunto del sistema visual y sonoro que trabaja con el sensor de proximidad en un solo circuito, se muestra en la Figura 24.

Materiales:

- Arduino UNO
- Protoboard
- Cables
- 3 resistencias de 220  $\Omega$
- 1 LED verde
- 1 LED amarillo
- 1 LED rojo
- 1 sensor ultrasónico Arduino (HC-SR04) – Distancia de 30 cm
- 1 Buzzer



*Figura 24: Prototipo 1 - Conexión de componentes (Autoría propia, 2021).*

Programación:

Para la programación se marcaron tres umbrales:

1 –  $x \leq 30$  cm – LED VERDE

2 –  $10 > x <= 20$  cm - LED AMARILLO

3 –  $0 > x < 10$  cm – LED ROJO

En la Figura 25 muestra fragmentos de la programación utilizada.

```
#define LEDVERDE 2
#define LEDAMARILLO 3
#define LEDROJO 4
#define TRIGGER 5
#define ECHO 6
#define BUZZER 9

// Constantes
const float sonido = 34300.0; // Velocidad del sonido en cm/s
const float umbral1 = 30.0;
const float umbral2 = 20.0;
const float umbral3 = 10.0;

void setup() {
  // Iniciamos el monitor serie
  Serial.begin(9600);

  // Modo entrada/salida de los pines
  pinMode(LEDVERDE, OUTPUT);
  pinMode(LEDAMARILLO, OUTPUT);
  pinMode(LEDROJO, OUTPUT);
  pinMode(ECHO, INPUT);
  pinMode(TRIGGER, OUTPUT);
  pinMode(BUZZER, OUTPUT);
}
```

*Figura 25: Fragmento de programación (2021)*

## PROTOTIPO 2 – Sensor LIDAR

Objetivo: Activación y comprobación de funcionamiento del sensor LIDAR 14032, se muestra en la Figura 26.

Materiales: A la lista anterior se agregan los siguientes componentes.

- 3ra proto
- Arduino Uno
- Sensor Lidar 14032
- Capacitor de 680MF

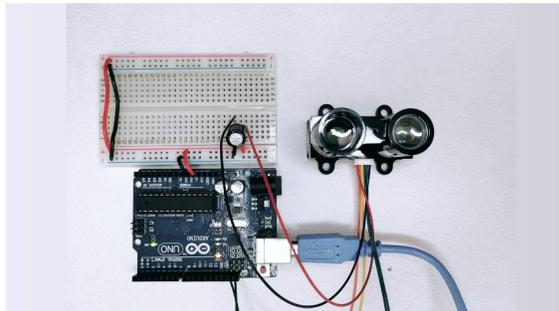


Figura 26: Prototipo 2 – Conexión de sensor LIDAR (Autoría propia, 2021)

Código: Mostrado en la Figura 27.

```
GetDistance2:$
#include <LIDARLite.h>
#include <LIDARLite_v3HP.h>
#include <LIDARLite_v4LED.h>

-----/

#include <Wire.h>
#include <LIDARLite.h>

LIDARLite myLidarLite;

void setup()
{
  Serial.begin(115200); // Initialize serial connection to display distance readings

  myLidarLite.begin(0, true); // Set configuration to default and I2C to 400 kHz

  //
  myLidarLite.configure(0); // Change this number to try out alternate configurations
}

void loop()
{
  // Take a measurement with receiver bias correction and print to serial terminal
  Serial.println(myLidarLite.distance());

  // Take 99 measurements without receiver bias correction and print to serial terminal
  for(int i = 0; i < 99; i++)
  {
    Serial.println(myLidarLite.distance(false));
  }
}
```

Figura 27: Fragmento del código (2021)

Comprobación y registro de distancias mostrado en las Figuras 28 y 29 .

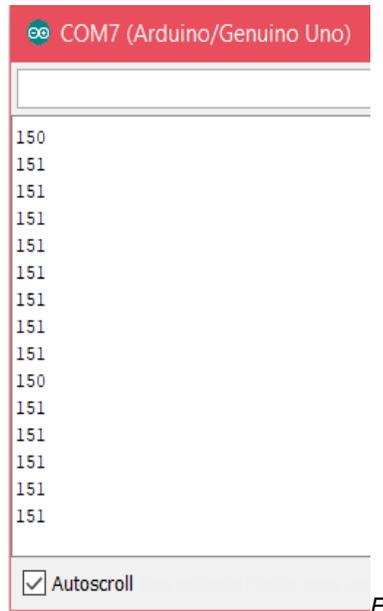


Figura 28: Distancia en "Monitor serie" (2021).

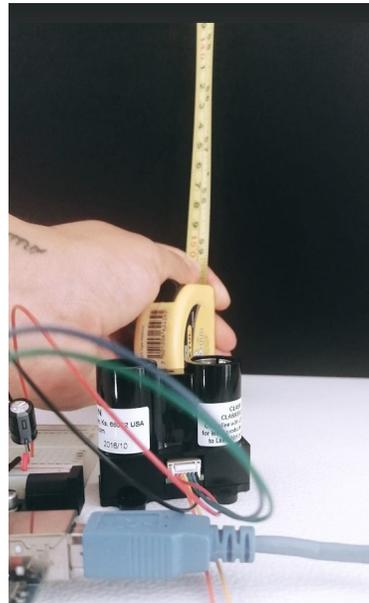


Figura 29: Distancia al techo real "150 cm" (Autoría propia, 2021).

Unión de LEDs, buzzer y sensor:

En esta sección únicamente se unen los sistemas comprobando el funcionamiento en un solo microcontrolador (Arduino) mostrado en la Figura 30.

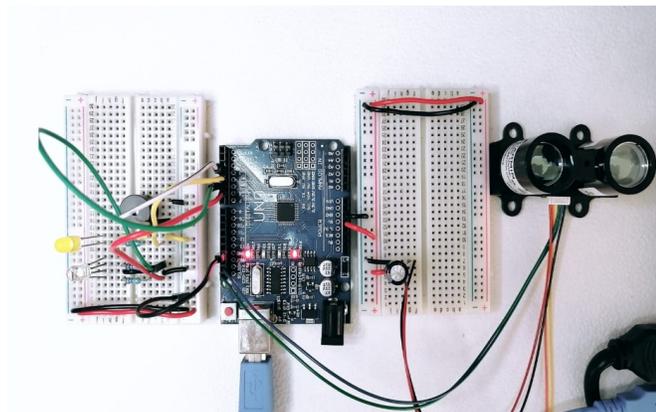


Figura 30: Unión de sistemas con sensor ( Autoría propia, 2021).

Comprobación de LEDs : *On – Off* de los LEDs.

En las Figuras 31, 32 y 33, se observa los LED en modo *On*, comprobando el correcto funcionamiento del sistema en un corto alcance.

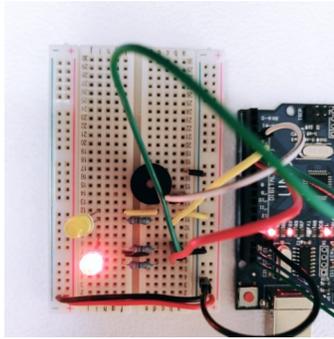


Figura 31: *On - LED rojo*  
(Autoría propia, 2021).

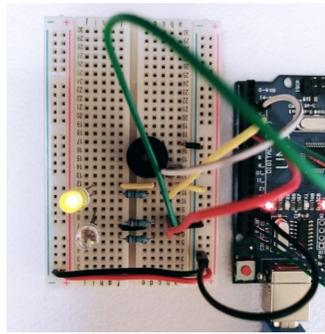


Figura 32: *On - LED amarillo*  
(Autoría propia, 2021).

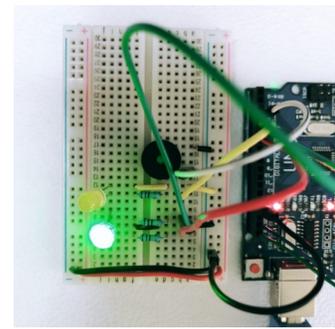


Figura 33: *On - LED verde*  
(Autoría propia, 2021).

Código y distancias :

Fragmento de la programación se muestra en la Figura 34 donde solo se comprueba el funcionamiento de registro de distancias y el “*On – Off*” de los LEDs.

```
#define RGB_GREEN 5
#define RGB_RED 6
#define espera 300

LIDARLite myLidarLite;

void setup()
{
  Serial.begin(115200); // Initialize serial connection to display distance readings

  myLidarLite.begin(0, true); // Set configuration to default and I2C to 400 kHz
  myLidarLite.configure(0); // Change this number to try out alternate configurations

  /* LEDs */
  pinMode (RGB_GREEN, OUTPUT);
  pinMode (LED_YELLOW, OUTPUT);
  pinMode (RGB_RED, OUTPUT);
}

void loop()
{
  /* LEDs */

  digitalWrite (RGB_GREEN, HIGH);
  digitalWrite (LED_YELLOW, LOW);
  digitalWrite (RGB_RED, LOW);
  delay (espera);
  digitalWrite (RGB_GREEN, LOW);
  digitalWrite (LED_YELLOW, HIGH);
  digitalWrite (RGB_RED, LOW);
  delay (espera);
  digitalWrite (RGB_GREEN, LOW);
  digitalWrite (LED_YELLOW, LOW);
  digitalWrite (RGB_RED, HIGH);
  delay (espera);
  /*
  SENSOR 14032
  */

  // Take a measurement with receiver bias correction and print to serial terminal
  Serial.println(myLidarLite.distance());

  // Take 99 measurements without receiver bias correction and print to serial terminal
```

Figura 34: *Fragmento del código (2021)*

## Programación final con valores de corto alcance

En la Figura 35 se observa la altura de sensor reflejada en el fondo y con el, las marcas de los “Umbrales” definidos a continuación. En la Figura 36 se observa un fragmento del código utilizado.

- Umbral 1 = 15 a 20 cm
- Umbral 2 = 10 a 14 cm
- Umbral 3 = 0 a 9 cm

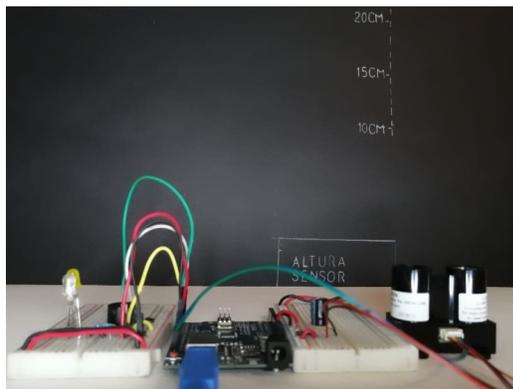


Figura 35: Programación a valores de corto rango (Autoría propia, 2021)

```
Distancia_Corta_14032_v_Ledo

void loop()
{
  /* Sensor */
  iniciarSensor();

  /* LEDS */
  //OnLEDS();

  // Obtenemos distancia
  float distancia = myLidarLite.distance();

  if (distancia <= umbral1)
  {
    // Lanzamos alertas
    alertas(distancia);
  }
}

//FUNCIÓN MEDICIÓN DE DISTANCIA SENSOR
void iniciarSensor()
{
  /* SENSOR 14032 */

  // Toma una medición con corrección de polarización del receptor e imprime en el terminal en serie
  Serial.println(myLidarLite.distance());

  // Realice 99 mediciones sin corrección de polarización del receptor e imprime en el terminal serie
  for(int i = 0; i < 99; i++)
  {
    Serial.println(myLidarLite.distance(false));
  }
}

// FUNCIÓN ALERTA - que comprueba si hay que lanzar alguna alerta visual o sonora
void alertas(float distancia)
{
  if (distancia < umbral1 || distancia > umbral2)
  {
    //LED verde
    tone(BUZZER,2000, 50);
    //Encerramos el valor en un valor para el bluetooth
  }
}
```

Figura 36: Fragmento de la programación (Autoría propia, 2021)

### LED verde y monitor serie.

En las Figuras 37 a 42 se muestra la respuesta del sistema la distancia programada.

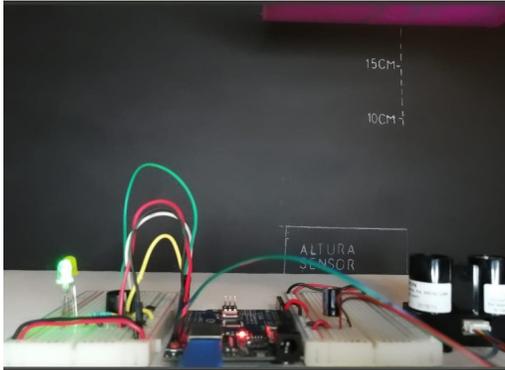


Figura 38: On - LED verde (Autoría propia, 2021).

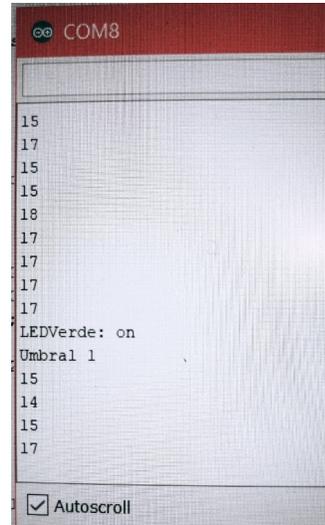


Figura 37: Lectura en "Monitor serial" (2021).

### LED amarillo y monitor serie.

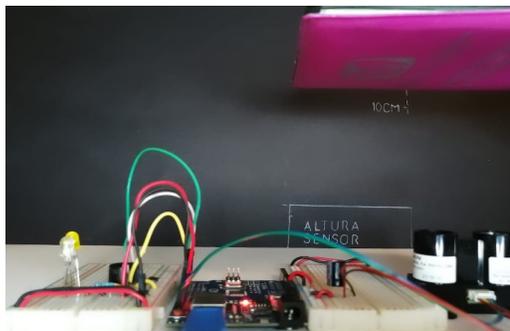


Figura 40: On - LED amarillo (Autoría propia, 2021).

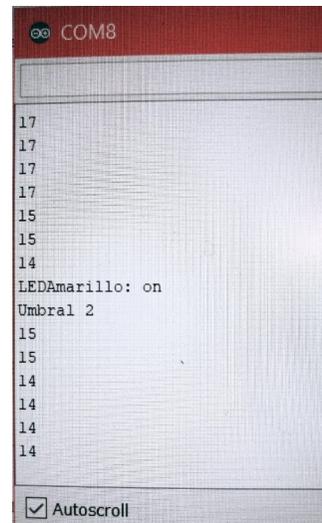


Figura 39: Lectura en "Monitor serial" (2021).

## LED rojo y monitor serie.

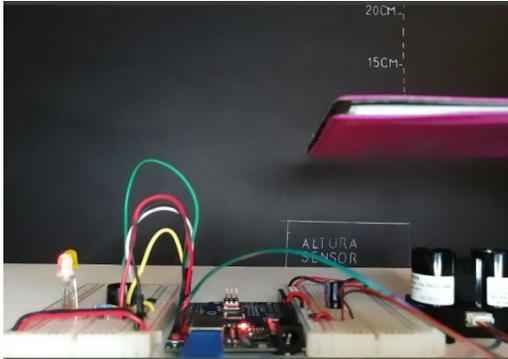


Figura 42: On - LED rojo (Autoría propia, 2021).

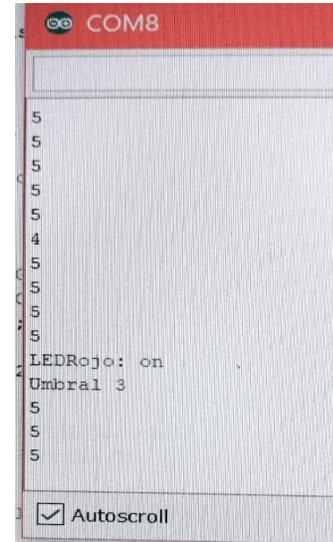


Figura 41: Lectura en "Monitor serial" (2021).

### Servo motor:

La visión del usuario no cubre 45° de la visión periférica al voltear a los lados .

Por lo tanto el servo motor se configurara en los grados 25° a 157.5°.

### Desarrollo a futuro

Implementación de transmisión de señales por medio del Bluetooth para no utilizar cableado.

Materiales: A la lista anterior se agregan los siguientes componentes:

- 2da proto
- 2 Bluetooth
- Arduino Pro – mini

División de componentes:

Proto 1- Visión	Proto 2 - Misión
Bluetooth 1 Maestro	Bluetooth 2 Esclavo
Buzzer	LED verde
Sensor ultrasónico	LED Amarillo
Arduino UNO	LED Rojo
cables	3 resistencias de 220 Ω
	Arduino Pro – mini
	Módulo CP2102
	Conversor USB a Serial
	TTL

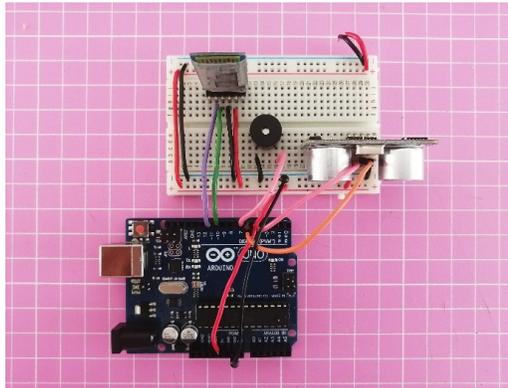


Figura 43: Prototipo Inicial - " Visión" ( Autoría propia, 2021).

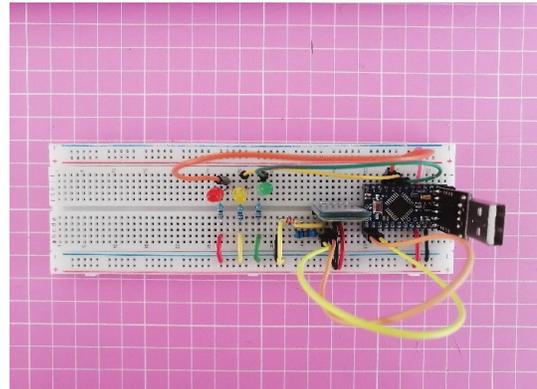


Figura 44: Prototipo Inicial - " Misión" ( Autoría propia, 2021).

Acercamiento a programación:

Se pueden utilizar las librerías (SoftwareSerial, BM.write, Serial.available y Serial.read) para la lectura de datos enviados por Bluetooth, definiendo un *Maestro* (envía los datos) y un *Esclavo* (recibe los datos) como se muestra en la Figura 45.

Maestro_Ultrasonico_BUZZER_Bluetooth \$	ESCLAVO
<pre>// FUNCIÓN ALERTA - que comprueba si hay que lanzar alguna alerta void alertas(float distancia) {   if (distancia &lt; umbral1 &amp;&amp; distancia &gt; umbral2)   {     // Encendemos el LED verde     tone(BUZZER,2000, 50);     //Encerramos el valor en un valor para el bluetooth     BM.write('1');     Serial.println("LEDVerde: on");     Serial.print("Umbral 1");     Serial.println();     delay(600);   }    else if ( distancia &lt; umbral2 &amp;&amp; distancia &gt; umbral3)   {     // Encendemos el LED amarillo     tone(BUZZER, 2000, 50);   } }</pre>	<pre>int led1 = 2; int led2 = 3; int led3 = 4; char D = '0';  void setup() {   // put your setup code here, to run once:   pinMode(led1, OUTPUT);   pinMode(led2, OUTPUT);   pinMode(led3, OUTPUT);   Serial.begin(9600); }  void loop() {   // put your main code here, to run repeatedly:   if(Serial.available() &gt; 0) {     D = Serial.read();   } }</pre>

Figura 45: Acercamiento a futura programación Arduino para "Visión y Misión" por Bluetooth (Autoría propia)

### *Programación de velocidad: 30 km/h*

Para el desarrollo de la programación final se utilizó la función de la velocidad ( $V = \text{distancia total} / \text{tiempo}$ ), donde la distancia total sería la diferencia de dos mediciones del sensor.

Los factores mas importantes dentro de la programación final es:

- La distancia registrada del sensor en cm, por lo cual es necesario realizar las conversiones de a metros ( $30 \text{ km/h} = 8.33 \text{ m/s}$ ).
- Registro de distancia 1 y la distancia 2 en variables flotantes
- La entrada de información activando el sistema de alarmas al superar la velocidad de  $8.33 \text{ m/s}$ .
- El tiempo (delay) de entrada y registro de la información, tanto en el programa como en el monitor serial.

En la Figura 46 se muestra parte de la programación del sistema de alarmas final aplicado en el prototipo.

```
condicion_30km_h
iniciarSensor();
if (distancia <= umbral)
{
  // Lanzamos alertas
  if (V >= 0.333){
    alertas(distancia);
  }
}
```

## Bocetaje

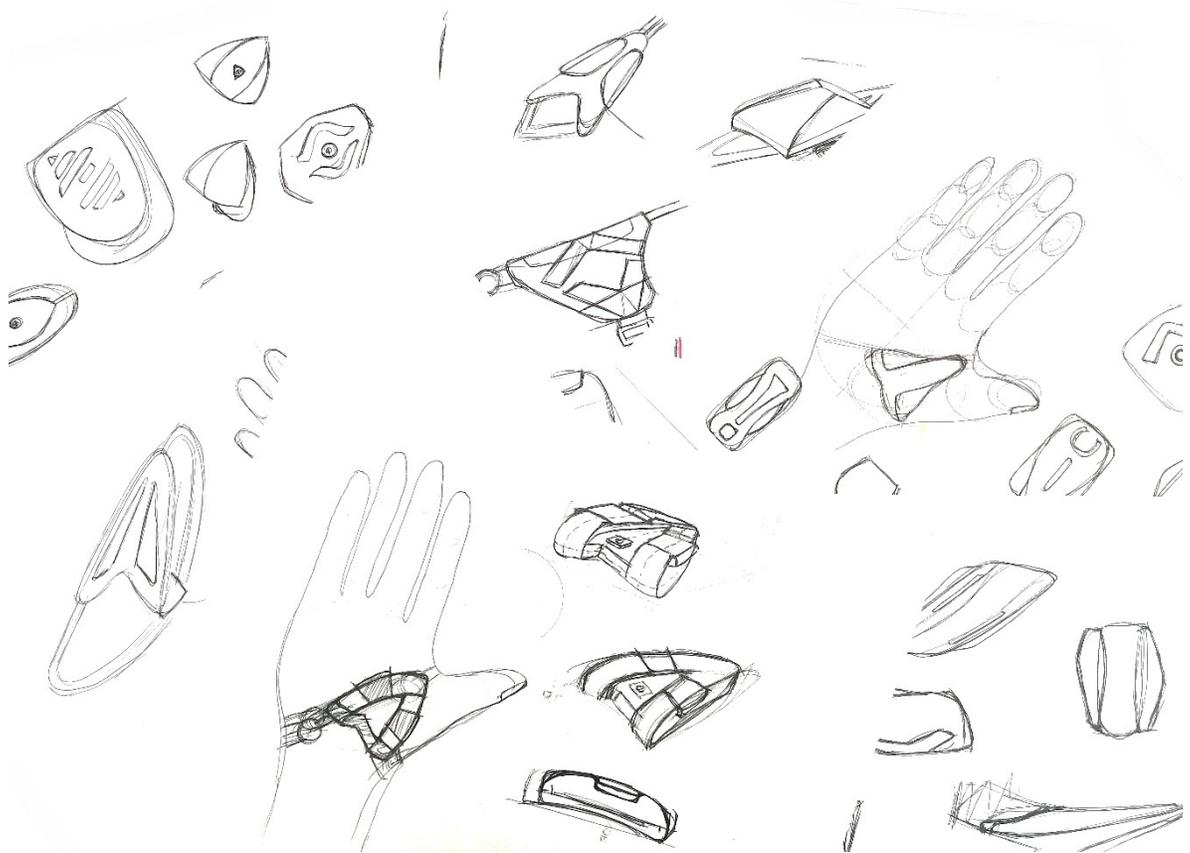


Figura 47: Bocetos ( Autoría propia, 2021)

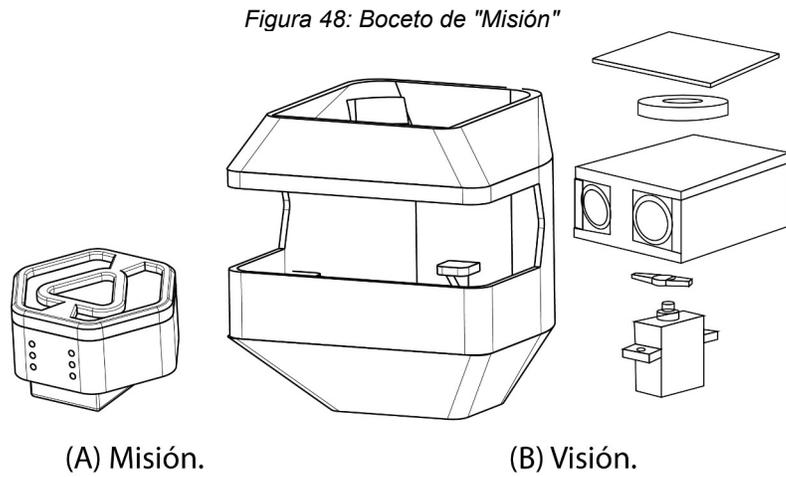
El contar con los componente electrónicos básicos y la programación correspondiente, se procede al diseño de las carcasas, siguiendo las medidas y respetando los lugares donde se pretende instalar los dispositivos (Manubrio y sillín).

## Boceto “Misión & Visión”

La Figura 48 presenta los bocetos finales de los componentes del dispositivo de seguridad:

A) Componente **Misión**

B) Componente **Visión** (Incluyendo el mecanismo interno para el servo motor y la cubierta del sensor)



### Tablas de selección

El proceso de selección entre los bocetos se realizó a través de la Matriz de Pugh, presentada en las siguientes Tablas 14 y 15.

Tabla 14: Tabla de selección - Misión

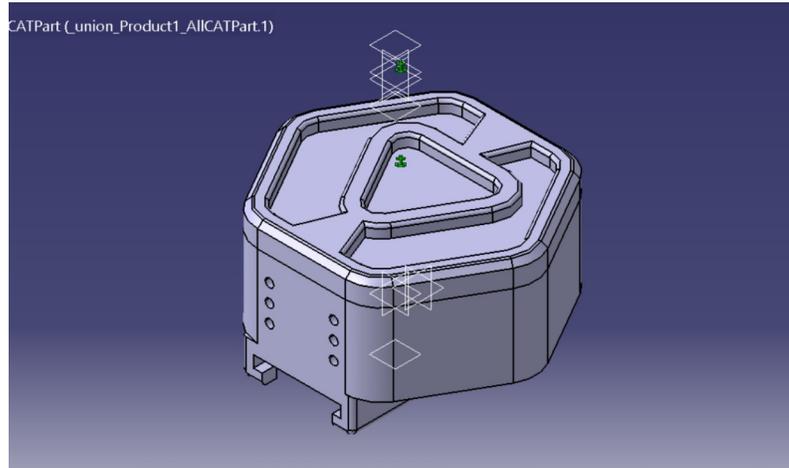
<b>ELEMENTO MISIÓN</b>			
<b>Criterio de selección</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1 Se posiciona en 2 pasos	1	1	1
2 Adaptable a tipos de manubrio	1	1	1
3 Disponibilidad de Colores	0	1	0
4 Maquinabilidad	1	1	-1
5 Producción a bajo costo	1	0	-1
6 Diseño bajo tolerancias	1	1	1
7 Permita el movimiento libre del manubrio	1	1	1
<b>A</b> Suma de positivos	6	7	4
<b>B</b> Suma de negativos	-1	0	-3
<b>C</b> Suma general	5	7	1

Tabla 15: Tabla de selección "Visión"

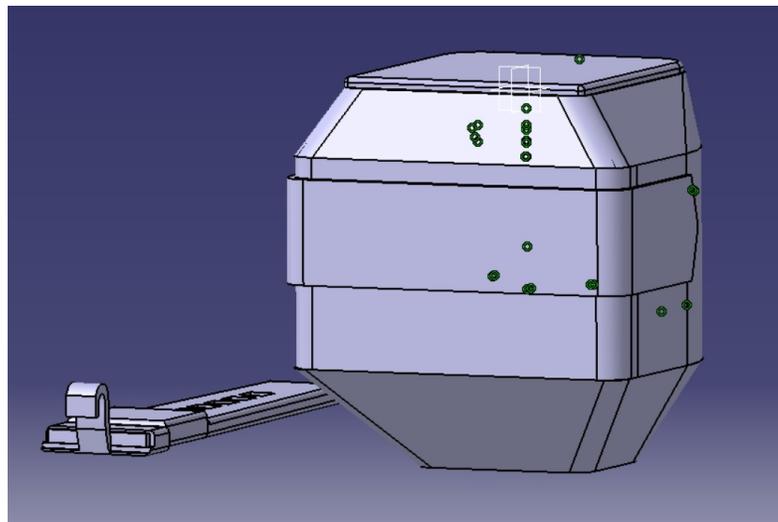
<b>ELEMENTO MISIÓN</b>			
<b>Criterio de selección</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1 Se posiciona en 2 pasos	0	1	1
2 Adaptable a tipos al sillín	1	1	1
3 Disponibilidad de Colores	0	1	1
4 Manufatura	0	1	-1
5 Producción a bajo costo	-1	1	-1
6 Diseño bajo tolerancias	1	1	1
7 Permita el movimiento libre de la llanta y del sillín	0	1	1
<b>A</b> Suma de positivos	2	7	5
<b>B</b> Suma de negativos	-2	0	-2
<b>C</b> Suma general	0	7	3

## **Modelado**

El modelado 3D fue indispensable para la previsualización de los componentes (presentados en la Figuras 49 y 50) y el desarrollo del prototipo dimensional y funcional.



*Figura 49: Modelado - Componente "Misión" (Autoría propia, 2021).*



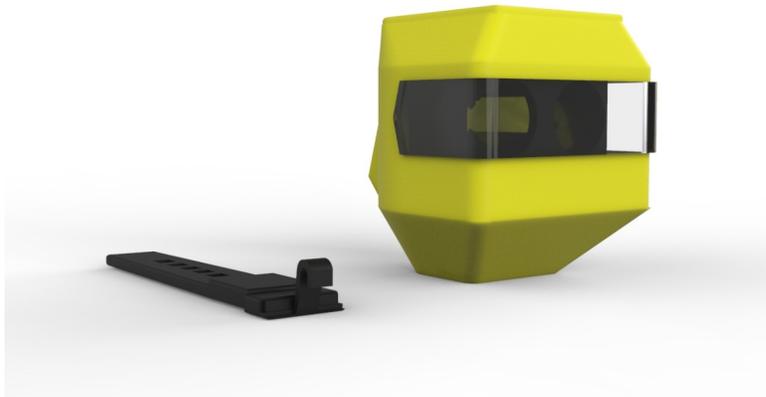
*Figura 50: Modelado - Componente "Visión" (Autoría propia, 2021)*

## Renderizado

Las Figuras 51 y 52 presentan la previsualización de los dispositivos, acabado y simulación de materiales tentativos para el prototipo dimensional.



*Figura 51: Renderizado - Componente "Misión" (Autoría propia, 2021).*



*Figura 52: Renderizado - Componente "Visión" (Autoría propia, 2021)*

## **Prototipado**

Los prototipos dimensionales y funcionales se realizaron a escala real por medio de la impresión 3D. El material de impresión fue PLA negro (*Misión*) y amarillo (*Visión*). Las Figuras 53 y 54 muestran el proceso de impresión en la computadora y en la máquina.

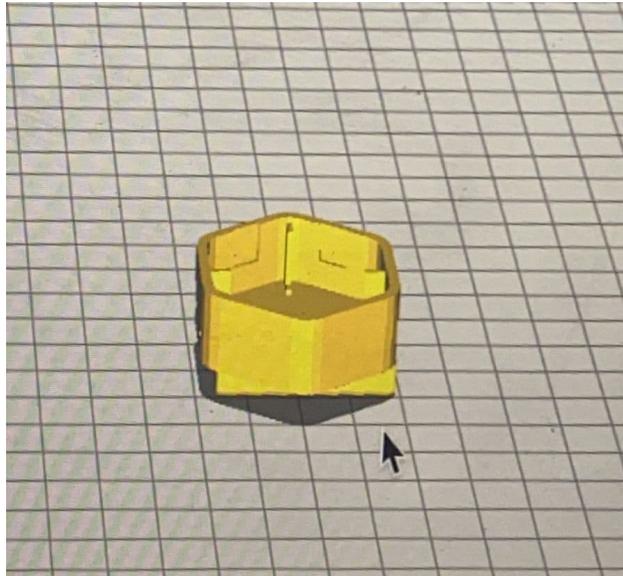


Figura 53: Impresión 3D PLA rígido negro - Componente "Misión" (Autoría propia, 2021).

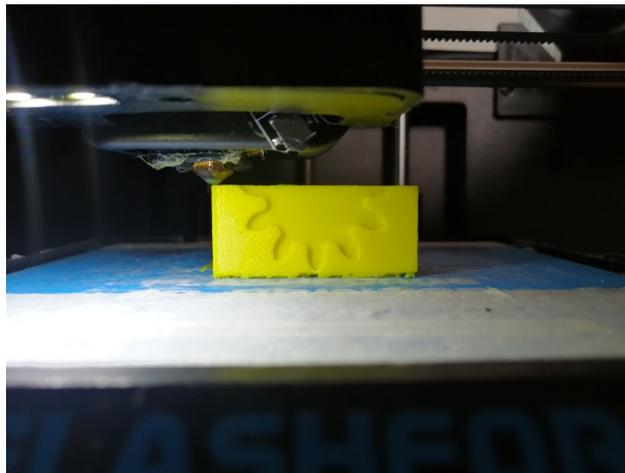


Figura 54: Impresión 3D PLA rígido amarillo - Componente de "Visión" (Autoría propia, 2021)

### Modelo final

A continuación se presentan las piezas de los componentes *Misión* y *Visión* en las Figuras 55 y 56.

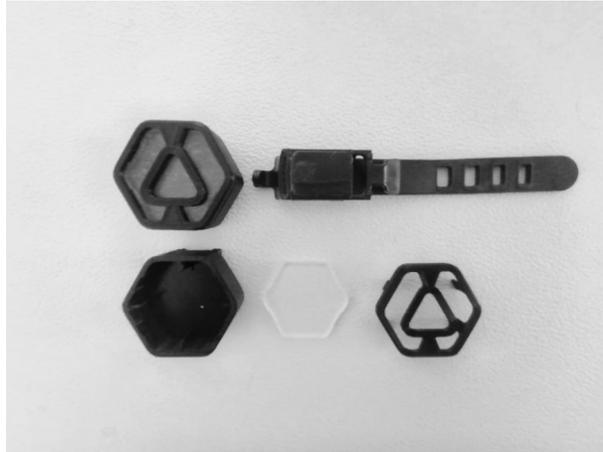


Figura 55: Prototipo dimensional "Misión" (Autoría propia, 2021).



Figura 56: Prototipo dimensional "Visión" (Autoría propia, 2021).

## ***Implementar***

Portabilidad:

Como se indicó en los requerimientos los componentes se ubican en el manubrio y en el tubo del sillín como se muestran en las Figuras 57 y 58.



*Figura 57: Prototipo dimensional "Misión" adaptado al manubrio de la bicicleta (Autoría propia, 2021).*



*Figura 58: Prototipo dimensional "Visión" adaptado al tubo del sillín de la bicicleta (Autoría propia, 2021).*

## Diseño de PCB

El diseño de PCB se llevo acabo en el programa Eagle7.6.0, donde se colocaron todos los componentes electrónicos nombrados en la etapa de definir dependiendo elemento *Visión* o *Misión*. En la Figura 59 se muestra la placa de PCB del dispositivo *Misión*.

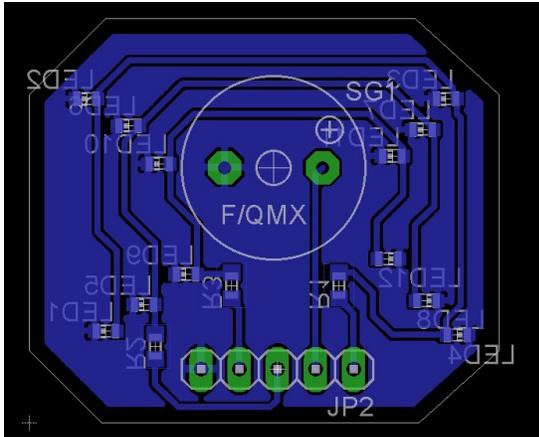


Figura 59: PCB "Misión" (Autoría propia, 2021).

Comprobación de lista de requerimientos:

- Usuario: Ciclista urbano
- Rango de edad: 25 a 35 años.
- Posición de los dispositivos: manubrio y en la parte inferior sillín.

#	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	Comprobación
1	<b>Función</b>	Cubrir el campo de visión trasera del ciclista a partir del rango que cubre la visión periférica.	45° cubierto
2	<b>Función</b>	Comenzar a detectar los objetos a partir de una velocidad de 30 km / h.	Validación 27 de Octubre
3	<b>Función</b>	Contar con un sistema de alarma y un sistema de respaldo.	Lumínico y sonoro
4	<b>Función</b>	Evitar pasar corriente eléctrica al cuerpo.	Dispositivos de PLA
5	<b>Ergonomía</b>	Decibelios conforme a la Normativa.	Rango de colores entre la gama de visión
6	<b>Ergonomía</b>	Lúmenes conforme a Normativa.	Menor a 85 dbls
7	<b>Montaje</b>	De uso superficial corporal en las áreas donde se vea reflejado el S G A .- <b>Modificado</b> – Expuesto en áreas agudizadas por el SGA.	Visión y audición
8	<b>Movimiento</b>	El o los dispositivos deben permanecer fijo una vez colocados en el área designada.	Exposición en foto: "Portabilidad"
9	<b>Transportación</b>	El o los dispositivos deben ser portables.	

#	CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	Comprobación
1	<b>Función</b>	De uso nocturno.	Ambos elementos pueden ser de uso nocturno, pero aún no se considera el desarrollo apto para estas condiciones.
2	<b>Dimensiones</b>	Las dimensiones del o de los dispositivos de igual o menor tamaño de la parte central del ancho del manubrio	Solo el elemento "Misión" cumple.

## Implementar

### **Desglose financiero**

Desarrollo de prototipo: El proyecto tiene un costo aproximado de **347,792.00 MNX**, contemplando el tiempo invertido del recurso humano, el proceso de manufactura de los prototipos, los costos de los componentes electrónicos y las becas aplicadas.

<b>COMPONENTE 1: VISIÓN – SENSOR</b>		
<b>NO. DE PIEZA</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>PRECIO (MXN)</b>
1	Sensor: LIDAR 14032	\$ 3500.00
2	Placa PCB	\$ 150.00
3	Microcontrolador: ATmega328P	\$ 27.00
4	1 Batería	\$ 160.00
5	Servo motor	\$ 64.00
6	Carcasa – Impresión 4 piezas	\$ 500.00
7	Gomas anti vibración	\$ 140.00
8	Cable de carga	\$ 7.00
9	Liga de soporte	\$ 70.00
<b>TOTALES</b>		<b>\$ 4618.00</b>

<b>COMPONENTE 2: MISIÓN – ALARMA</b>		
<b>NO. DE PIEZA</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>PRECIO (MXN)</b>
1	Placa PCB	\$ 150.00
2	15 LED S M D 20 mA	\$ 20.00
3	Buzzer Arduino	\$ 14.00
4	Carcasa - Impresión	\$ 120.00
5	Liga de soporte	\$ 70.00
<b>TOTALES</b>		<b>\$ 374.00</b>

**Suma total de costos: 4,992.00 MNX**

**Total del proyecto: 347,792.00 MNX**

Recurso humano:

Investigador/ autor intelectual:

Beca Conacyt: \$ 292,800.00 MNX.

Beca UAQ: \$ 50,000.00 MNX.

Asesores:

- Diseñadora.
- Ing. Mecatrónico.
- Maestra en Ciencias básicas.
- Especialista en movilidad.

## Validaciones

### **Estancias**

Como parte de los requisitos del plan de estudios de la beca CONACYT, es indispensable colaborar con alguna institución u organización para concluir el proyecto de investigación.

En este proyecto se trabajó con la *Secretaría de Movilidad del municipio de Querétaro*, específicamente con el departamento de *Vinculación y cultura de la movilidad*, asistiendo un lapso de 20 semanas, cubriendo un tiempo de 18 horas a la semana, que inició el 19 de agosto al 19 de Noviembre del 2021.

Las metas a realizar dentro de la secretaría fueron las siguientes:

- 1) Validar el requerimiento de **montaje** de los dispositivos “Visión y Misión” en estado estático de la bicicleta para comprobar ergonomía de ambos dispositivos mediante la simulación de instalación de los objetos.
  
- 2) Validar la **funcionalidad** de los componentes “Visión y Misión” en estado estático de la bicicleta sin usuarios, simulando el acercamiento de un objeto atípico en las 3 distancias establecidas.
  
- 3) Validar la **funcionalidad** de los componentes “Visión y Misión” en estado estático de la bicicleta con apoyo del personal del departamento de *Vinculación y cultura de la movilidad* como usuario directo, a través de un experimento controlado para la recolección de datos de tiempo de reacción, simulando el acercamiento de un objeto atípico en las 3 distancias establecidas.
  
- 4) Apoyar a programas de cultura vial en la secretaría por medio de la participación y difusión de las actividades para promover la cultura y seguridad vial en el municipio.

A continuación se describe los resultados de las estancias por *Metas*.

### ***Meta 1: Validación de montaje***

Validar el requerimiento de montaje de los dispositivos “Visión y Misión” en estado estático de la bicicleta para comprobar ergonomía de ambos dispositivos mediante la simulación de instalación de los objetos.

#### **Resultado:**

No fue necesario llevar acabo la validación de esta meta, debido a que los elementos que se utilizan dentro de los prototipos, ya son componentes comerciales usados regularmente en las lámparas para ciclismo, como son las ligas de agarre en el manubrio y en el tubular del sillín, a continuación se muestran en la Figura 60.



*Figura 60: Liga y velcro para dispositivos (Autoría propia, 2021).*

## **Meta 2: Validación de funcionalidad**

Validar la funcionalidad de los dispositivos “Visión y Misión” en estado estático de la bicicleta para comprobar la funcionalidad de ambos dispositivos mediante la simulación de objetos acercándose en las tres distancias establecidas.

La validación mencionada se lleva a cabo el 27 de Octubre de 2021, en la pista de Campus Aeropuerto de la Universidad Autónoma de Querétaro, enfrente de la Facultad de Psicología, este es el primer diseño de pre – experimento, es decir, el primer acercamiento para reconocer como se manipula o se muestra la variable independiente. En la Figura 61 se muestra el mapa del Campus.



*Figura 61: Mapa de Campus Aeropuerto de la Universidad Autónoma de Querétaro ( Google, s.f).*

En este primer acercamiento fue necesario solicitar el permiso de Dirección del campus Aeropuerto para el uso de la pista, para conocimiento de la institución de las actividades a realizar, la fecha propuesta, el horario y la cantidad de participantes dentro de la actividad, esto debido a la pandemia COVID 19 y los protocolos de salubridad en caso de asistir un numero mayor a 15 personas.

El trámite consta de enviar el **Formato solicitud de requerimiento de ingreso al Campus Aeropuerto** (Comité de Seguridad Sanitaria del Campus Aeropuerto – CSS-CA y Comité Universitario de Seguridad Sanitaria – CUSS ).

El acceso a la pista se muestra en la siguiente Figura 62.



Figura 62: Mapa de Campus Aeropuerto y área de pruebas ( Google, s.f.).

Recursos para el pre -experimento:

- Dispositivos “Misión y Visión”.
- Una bicicleta regular.
- Un rodillo estático de una sola llanta.
- 4 tripies para sostener componentes electrónicos de apoyo.
- 1 automóvil
- 1 cinta azul.

- 3 a 6 conos para delimitar el área de prueba.
- 3 computadora.
- 1 cámara fotográfica.
- Hojas de consentimiento informado.

Recursos Humanos:

- 1 Ing.
  - 2 estudiantes de la carrera de Ing. Nanotecnología.
- 1 Diseñador Industrial.

A continuación en la Figura 63 se presenta el lay-out tentativo para la ubicación de los recursos mencionados anteriormente.

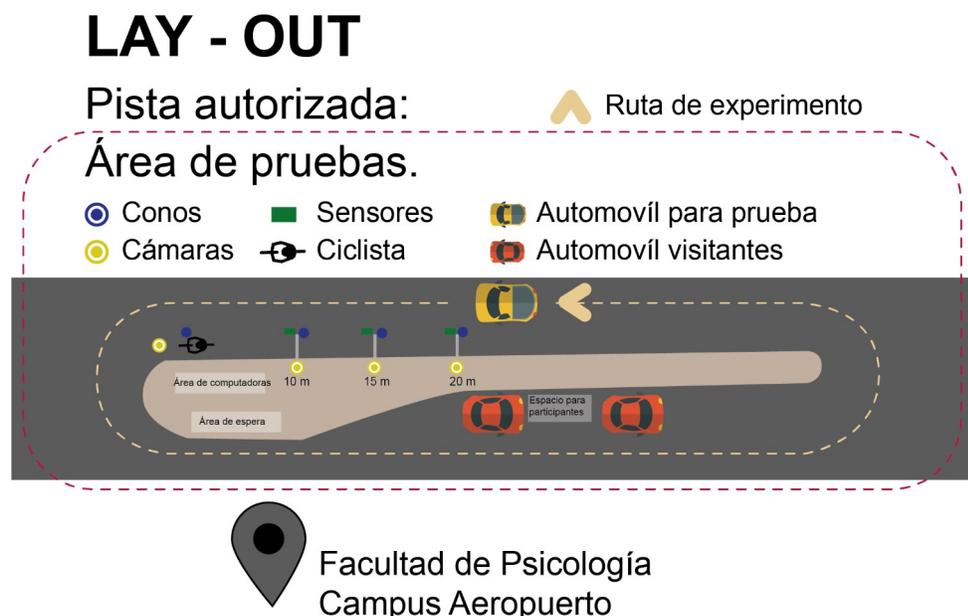


Figura 63: Lay- out tentativo para pre- experimento y validación de los dispositivos.

Las actividades de instalación a realizar serán las siguientes:

1. Posicionamiento del rodillo estático en conjunto con la bicicleta y los dispositivos de seguridad activa.
2. Posicionamiento de conos a las distancias de 10 , 15 y 20 m.

3. Adaptación de los tripies y dispositivos de lectura de apoyo a los dispositivos *Visión* y *Misión* en las distancias establecidas.
4. Instalar el área de computadoras para el diseñador, ingeniero y alumnos de apoyo al proyecto.
5. Monitorear constantemente los dispositivos con los dispositivos de respaldo con el área de nanotecnología.
6. El automóvil deberá pasar a la menor distancia posible de la bicicleta, debido a que los sensores

Durante la validación el lay-out esta sujeto a cambios, debido a mejoras en el tiempo de pruebas.

### Evaluación de funcionalidad

El dispositivo *Visión* deberá realizar la lectura del objeto atípico al superar la velocidad de 30 km/h. Mientras el dispositivo *Misión* deberá emitir la señal de alarma en las tres distancias establecidas al superar la velocidad de 30 km/h:

Con el apoyo de estudiantes de nanotecnología se comprobó el correcto funcionamiento del dispositivo. El método de comprobación se realizo con la programación de tres sensores localizados a las distancias de 10, 15 y 20 metros, conectados a un un botón y a una computadora.

El funcionamiento consiste en activar el cronómetro al pasar el automóvil a una velocidad de 30 a 50 km/h por el sensor 1 , que puede observarse en la Figura 64.

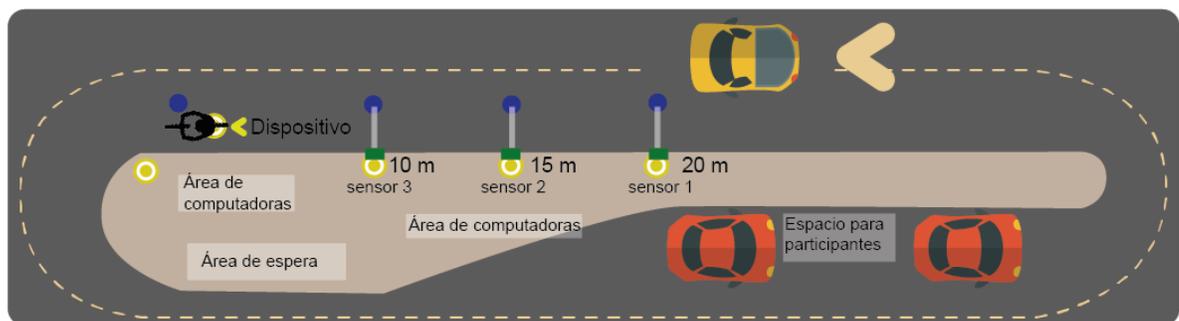


Figura 64: Ubicación de sensores y dispositivo (Autoría propia, 2021).

El sensor 1 registra la velocidad del automóvil y realiza el conteo del tiempo de reacción, el cual se detiene en el momento en que el usuario presiona el botón localizado en la

empuñadura (manubrio).

### **RESULTADO:**

Se realizaron dos pruebas, una en el campus aeropuerto y otra fuera de las instalaciones de la Institución.

#### **Prueba 1**

Se obtuvo un resultado negativo por parte del dispositivo y del proyecto de respaldo, debido a que el dispositivo no emitía ningún sonido o luz en los parámetros establecidos; de igual forma la programación no respetaba los rangos de velocidad ni las distancias. A partir de estos resultados se infiere como área de mejora ajustar la programación de la velocidad, grados del servomotor y la protección contra el polvo al sensor para lograr una eficiencia en su funcionamiento.



*Figura 65: Prueba 1 en Campus Aeropuerto (Autoría propia, 2021).*

#### **Prueba 2**

La prueba tuvo mayor éxito, el dispositivo ya localizaba los objetos a las distancias necesarias, con la condición de velocidad y los rangos establecidos de color y sonido. Esta prueba se realizó aún montado en una protoboard ya que aún las placas no estaban instaladas en los dispositivos.

Mientras tanto, el proyecto de respaldo por parte de los estudiantes de nanotecnología, realizaba las mediciones correspondientes a la velocidad, el correcto funcionamiento de del botón y registro de datos.

### **Meta 3: Validación de hipótesis**

Validar la funcionalidad de los componentes “Visión y Misión” en estado estático de la bicicleta con apoyo del personal de la Secretaría de la Movilidad del municipio de Querétaro específicamente del departamento de *Vinculación y Cultura de la movilidad* como usuarios directos, a través de un experimento controlado para la recolección de datos de tiempo de reacción, simulando el acercamiento de un objeto atípico en las tres distancias establecidas.

### **Protocolo de evaluación**

#### **Objetivo General :**

Recolección de datos de tiempos de reacción por medio de pruebas presenciales con y sin el uso del dispositivo de seguridad.

#### **Objetivos específicos:**

1. Homogeneizar al grupo de participantes para asegurar el control de las variables por alta sensibilidad del TR en cada sujeto.
2. Simular una vialidad y el tránsito compartido entre un ciclista y un automóvil, a través de un ambiente controlado para activar del dispositivo de seguridad.
3. Lograr estimular los sentidos visual y auditivo de los participantes por medio de la comunicación del dispositivo de seguridad para el registro de datos estadísticos.
4. Recolección de datos de los participantes por medio de imagen y audiovideo para la valoración de los TR.

## **Metodología.**

Conceptos:

Khatri & Ganvir (2019) definen al tiempo de reacción o TR como el tiempo que transcurre entre el estímulo y la reacción, es una variable dependiente y fundamental para la investigación, ya sea deportiva o psicológica, básica y aplicada; tomada como el tiempo en segundos de la respuesta del organismo ante diferentes tipos de estímulos, indicando procesos perceptivo – cognitivo (Gas, Serrano, Junyent & Mas, 1995). Mientras que el tiempo de reacción audiovisual , es la velocidad con la que una persona puede responder a un estímulo visual y auditivo, respectivamente (Taware, Bhutkar, Bhutkar, Doijad & Surdi , 2012).

El tiempo de reacción involucra 3 componentes básicos:

1. Tiempo sensorial: recepción del estímulo
2. Tiempo neuro cerebral : detección, reconocimiento, selección de respuestas. ( conducción de la información al sistema nervioso central)
3. Tiempo muscular : ejecución (contracción muscular necesaria para ejecutar una respuesta)

Específicamente se presenta como:

- El tiempo mínimo de respuesta a nivel fisiológico (entre 80 y 110 mseg.)
- Tiempo de respuesta ampliamente variable que depende de:
  - “Estímulo (intensidad, modalidad, complejidad).
  - Respuesta (tipo y complejidad, compatibilidad estímulo-respuesta).
  - Periodo preparatorio (tiempo o intervalo entre estímulos).
  - Constantes procedimentales y secuenciales (instrucciones, curvas velocidad-precisión, complejidad de la tarea, características de la secuencia estimular, resistencia a la fatiga, condiciones de registro, etc.)
  - *Diferencias individuales (hábitos, edad, sexo, inteligencia, personalidad, etc).*” (Gracia,1984)

**Diseño de estudio:**

Estudio descriptivo transversal.

**Participantes:**

Personal la Secretaría de Movilidad del municipio de Querétaro, específicamente del departamento de *Vinculación y Cultura de la movilidad*.

**Consideraciones éticas:**

El proyecto cuenta con la evaluación del comité de ética de la Universidad Autónoma de Querétaro y documentación autorizada por las autoridades, adicional a lo mencionado, durante el experimento, se le entregará al participante dos cartas de consentimiento informado y se le notificará en todo momento de las actividades a realizar.

**Criterios previos:**

Se les solicitará a los participantes previo a la prueba:

- Dormir al menos 4 horas o más
- No ingerir alcohol el día previo al experimento
- Usar zapato deportivo y ropa cómoda.

Se hará entrega de dos cartas de consentimiento informado a cada uno de los participantes.

### Experimento:

El día 10 y 11 de Noviembre del año en curso a las 9: 00 am , se les citará a los participantes en el Campus Aeropuerto de la Universidad Autónoma de Querétaro, en la pista ubicada frente a la Facultad de Psicología, para el acceso a las instalaciones los participantes pasarán por el protocolo de salubridad ( toma de temperatura y entrega de gel antibacterial) aplicado por parte de la seguridad del campus a la entrada de las instalaciones.

La prueba consta de pedalear una bicicleta estática mientras un automóvil pasa a lado del ciclista a una velocidad de 30 km/h. El experimento comienza al registrar la velocidad a tres distancias ( 10, 15 y 20 m) por el dispositivo de seguridad instalado en el sillín que enviará una señal al segundo componente colocado en el manubrio de la bicicleta, el cual se comunicará por medio de luz y sonido al ciclista, este al recibir la señal, deberá presionar un botón que paré el cronómetro un sistema de computo. Se delimitará el área donde pasará el automóvil con conos, en ningún momento se pondrá en riesgo la integridad del usuario.

### Zona de prueba & lay out:

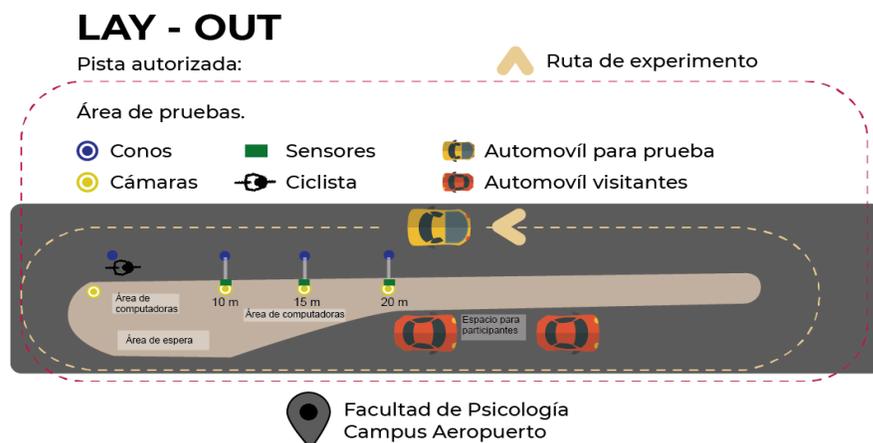


Figura 66: Actualización de lay - out de la prueba de funcionalidad (Autoría propia, 2021).

**Prueba:** 20 minutos con 5 registros por participante.

- 2 sin el dispositivo.
- 1 de adaptación con dispositivo.
- 2 de evaluación con dispositivo.

**Actividades:**

- I. Se le entrega al participante los documentos de consentimiento informado.
- II. Se le explicará al participante de que consta la prueba a realizar.
  - En todo momento tendrán conocimiento de las actividades sucesivas.
- b. Realizarán un calentamiento previo a la actividad. Estiramiento de piernas y manos ( 5 minutos mínimo)
- c. Previo al inicio del experimento se le pedirá al participante en turno que se coloque a un costado del sillín de la bicicleta estática, con la finalidad de adaptar la bici a las medidas del usuario y generar seguridad al montarla.
- d. 1° y 2° prueba: sin el dispositivos
  - El automóvil dará la ronda en la ruta marcada en el lay-out , con la finalidad de tomar el TR sin el dispositivo ( objetivo es disminuir ese tiempo)
  - El participante solo pedalea la bicicleta estática.
- e. 3° prueba: La adaptación del dispositivo consta de explicar el funcionamiento y la acción posterior a realizar una vez que percibió el estímulo audiovisual.
  - Se le explicará el funcionamiento del dispositivo y la relación de los estímulos sensoriales que recibirá: colores ( Verde: distancia a 20 m, amarillo: distancia a 15 m, y rojo: distancia a 10 m) y el sonido ( frecuencias).
  - Se le explicará al participante que al recibir o percibir el primer estímulo, debe presionar el botón colocado en el manubrio para detener el cronometro.
  - Iniciada la actividad, se harán una ronda de adaptación para los

investigadores y el participante.

- El automóvil dará la ronda en la ruta marcada en el lay-out .
  - El participante debe presionar el botón al recibir el primer estímulo que perciba.
- f. 4° y 5° Prueba final: con dispositivo
- El investigador le hará saber al participante que comenzarán las pruebas finales y la toma de TR final.
  - El automóvil dará la ronda en la ruta marcada en el lay-out .
  - El participante debe presionar el botón al recibir el primer estímulo que perciba.
- g. Se le pedirá al participante un estiramiento final, debido a que fue sometido a un estado de alarma.
- h. Se le entregará una hoja con un cuestionario de percepción de seguridad que será entregado a los investigadores.
- i. Se repetirá el proceso con el siguiente participante.

En todo momento el participante se le proveerá agua natural.

En la Figura 67 se puede observar el área de pruebas.



Figura 67: Validación de hipótesis (Autoría propia, 2021).

## Resultados

### Participantes: 1 al 8

A continuación se muestra la tabla de resultados de velocidades y de tiempo de reacción de los participantes.

Para comprender la tabla se deben tomar los siguientes factores:

- La relación de la velocidad media por el sensor es de  $6.2 - 7 \text{ m/s} = 30 \text{ km/h}$ , mientras que la velocidad real del auto es de  $9.5 - 10 \text{ m/s} = 50 \text{ km/h}$ .
- Los sensores de apoyo detectan máximo a 2 metros de distancia, pero la sensibilidad para localizar el paso del coche es casi nula, por lo que la distancia ideal para que los sensores de apoyo registren la velocidad es de 1.5 m.



Figura 68: Usuario: Pruebas de validación de hipótesis (Autoría propia, 2021).

### Información por participante:

Nota: Tomar en consideración que las filas marcadas en amarillo son experimentos nulos.

<b>1</b>	<b>Edad</b>	<b>Genero</b>	<b>Experiencia en el ciclismo</b>
	<b>35 a 40 años</b>	<b>M</b>	<b>4 años</b>
<b>Horas de sueño</b>		<b>Ingesta de alcohol</b>	
<b>6 a 8 horas</b>		<b>Más de 2 días</b>	
<b>Prueba</b>	<b>TR</b>	<b>Velocidad 1</b>	<b>Velocidad 2</b>
1	873	5.32	10.1
2	1492	6.72	6.67
3	1499	6.68	6.65
4	1363	8.97	6.20
5	0	8.99	9.98
6	810	8.97	10

La participante solicito incrementar la velocidad del automóvil, su medio de transporte es la bicicleta, por lo cual esta acostumbrada al paso de automóviles con una mayor velocidad. De 30 km/h se incremento la velocidad a 50 km/h, como se puede visualizar en la tabla superior.

<b>2</b>	<b>Edad</b>	<b>Genero</b>	<b>Experiencia en el ciclismo</b>
	<b>25 a 30 años</b>	<b>H</b>	<b>4 años</b>
<b>Horas de sueño</b>		<b>Ingesta de alcohol</b>	
<b>6 a 8 horas</b>		<b>Más de 2 días</b>	
<b>Prueba</b>	<b>TR</b>	<b>Velocidad 1</b>	<b>Velocidad 2</b>
1	0	6.64	6.67
2	565	5.26	6.66
3	1002	6.59	6.14
4	1552	6.73	6.17
5	683	6.67	10.101

<b>3</b>	<b>Edad</b>	<b>Genero</b>	<b>Experiencia en el ciclismo</b>
	<b>25 a 30 años</b>	<b>M</b>	<b>4 años</b>
<b>Horas de sueño</b>		<b>Ingesta de alcohol</b>	
<b>6 a 8 horas</b>		<b>Más de 2 días</b>	
<b>Prueba</b>	<b>TR</b>	<b>Velocidad 1</b>	<b>Velocidad 2</b>
1	1439	5.32	10
2	1449	5.72	9.96
3	1826	6.631	9.892
4	1196	5.341	9.82
5	1506	6.631	6.648

<b>4</b>	<b>Edad</b>	<b>Genero</b>	<b>Experiencia en el ciclismo</b>
	<b>30 a 40 años</b>	<b>M</b>	<b>1 año</b>
<b>Horas de sueño</b>		<b>Ingesta de alcohol</b>	
<b>6 a 8 horas</b>		<b>Más de 2 días</b>	
<b>Prueba</b>	<b>TR</b>	<b>Velocidad 1</b>	<b>Velocidad 2</b>
1	0	5.33	9.84
2	0	6.59	10.02
3	1132	5.32	6.64
4	1766	6.648	6.578
5	1507	6.67	9.92
6	1500	6.666	6.666
7	1244	6.71	6.666

Día 2

<b>5</b>	<b>Edad</b>	<b>Genero</b>	<b>Experiencia en el ciclismo</b>
	<b>30 a 35 años</b>	<b>M</b>	<b>1 año</b>
<b>Horas de sueño</b>		<b>Ingesta de alcohol</b>	
<b>6 a 8 horas</b>		<b>Más de 2 días</b>	
<b>Prueba</b>	<b>TR</b>	<b>Velocidad 1</b>	<b>Velocidad 2</b>
1	1048	9.057	10.0806
2	1789	6.793	11.52
3	1601	8.9605	6.8212
4	2033	11.627	6.7750
5	1928	8.976	10.1833

La participante solicito aumentar la velocidad del auto, debido a que no considera el acercamiento como un peligro.

<b>6</b>	<b>Edad</b>	<b>Genero</b>	<b>Experiencia en el ciclismo</b>
	<b>30 a 35 años</b>	<b>M</b>	<b>4 años</b>
<b>Horas de sueño</b>		<b>Ingesta de alcohol</b>	
<b>6 a 8 horas</b>		<b>Más de 2 días</b>	
<b>Prueba</b>	<b>TR</b>	<b>Velocidad 1</b>	<b>Velocidad 2</b>
1	2165	6.747	10.204
2	2158	6.784	10.0806
3	2473	20.4082	6.747
4	2223	9.225	6.729
5	1356	8.912	6.702
6	1356	9.107	10

<b>7</b>	<b>Edad</b>	<b>Genero</b>	<b>Experiencia en el ciclismo</b>
	<b>25 a 30 años</b>	<b>H</b>	<b>4 años</b>
<b>Horas de sueño</b>		<b>Ingesta de alcohol</b>	
<b>6 a 8 horas</b>		<b>Más de 2 días</b>	
<b>Prueba</b>	<b>TR</b>	<b>Velocidad 1</b>	<b>Velocidad 2</b>
1	1288	9.074	6.784
2	552	-25.641	3.357
3	745	9.0157	6.711
4	1476	11.627	10.0604
5	1298	8.976	6.747
6	1047	3.496	10.0806

<b>8</b>	<b>Edad</b>	<b>Genero</b>	<b>Experiencia en el ciclismo</b>
	<b>20 a 25 años</b>	<b>H</b>	<b>3 años</b>
<b>Horas de sueño</b>		<b>Ingesta de alcohol</b>	
<b>6 a 8 horas</b>		<b>Más de 2 días</b>	
<b>Prueba</b>	<b>TR</b>	<b>Velocidad 1</b>	<b>Velocidad 2</b>
1	1343	4.472	10.0806
2	807	6.756	6.775
3	583	6.6313	6.7024
4	2100	6.7750	8.912
5	2123	6.7750	6.71
6	1468	6.648	6.71

En la Tabla 16 se muestran los resultados de las 5 pruebas de TR con y sin el dispositivo.

Tabla 16: Resultados del TR de los participantes (Autoría propia, 2021).

Usuario	1 Sin dispositivo	2 Sin dispositivo	3 Adaptación	4 Con dispositivo	5 Con dispositivo	Nulos	Comparación 2da y 5ta columna	% Aumento - Disminución
1	872	1492	1499	1363	810	1	-810	45.7%
2	0	565	1002	1552	683	0	+118	20%
3	1439	1449	1826	1196	1506	0	+57	3%
4	1132	1766	1507	1500	1244	2	-522	29.5%
5	1048	1789	1601	2033	1928	0	+139	17%
6	2165	2158	2473	1622	1356	1	-802	38.2%
7	1288	745	1476	1298	1047	1	+302	40%
8	1343	807	2100	2123	1468	1	+661	81%



Figura 69: Área de registro de TR (Autoría propia, 2021).

Velocidad del automóvil y el participante:

Velocidad 1 sensores(m/s) 20 a 15 m

Velocidad 2 sensores(m/s) 15 a 10 m

Tabla 17: Tabla de velocidad del automóvil detectada por los sensores por participante y prueba ( Autoría propia, 2021).

		Pruebas ( mili segundo)					
	Participante	1 s/ dispositivo	2 s/dispositivo	3 adaptación	4 c/dispositivo	5 c/dispositivo	Nulos
Vel 1	1	5.32	6.72	6.68	8.97	8.97	1
Vel 2		10.1	6.67	6.65	6.20	10	
Vel 1	2	6.64	5.26	6.59	6.73	6.67	0
Vel 2		6.67	6.66	6.14	6.17	10.10	
Vel 1	3	5.32	5.72	6.631	5.341	6.631	0
Vel 2		10	9.96	9.892	9.82	6.648	
Vel 1	4	5.32	6.648	6.67	6.66	6.71	2
Vel 2		6.64	6.574	9.92	6.66	6.66	
Vel 1	5	9.057	6.793	8.9605	11.627	8.976	1
Vel 2		10.0806	11.52	6.8212	6.7750	10.1833	
Vel 1	6	6.747	6.784	9.225	8.912	9.107	0
Vel 2		10.204	10.0806	6.729	6.702	10	
Vel 1	7	9.074	9.0157	11.627	8.976	3.496	0
Vel 2		6.784	6.711	10.0604	6.747	10.0806	
Vel 1	8	4.472	6.756	6.6313	6.7750	6.648	1
Vel 2		10.0806	6.775	6.7024	8.912	6.71	

### Resultados: Cuestionario de Percepción.

A continuación se muestra los resultados del cuestionario de percepción que se le aplicó a los participantes. El cuestionario se puede encontrar en el ANEXO D.

#### Edad

7 respuestas

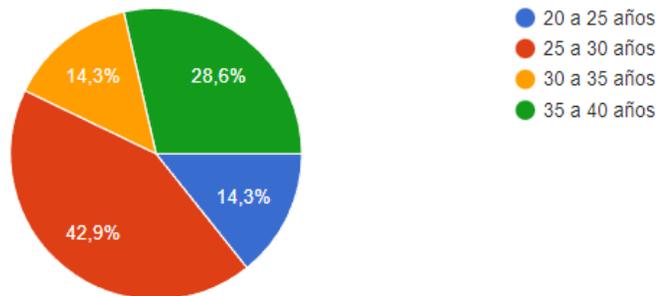


Tabla 18: Resultados de edad (Autoría propia, 2021).

#### Genero

7 respuestas

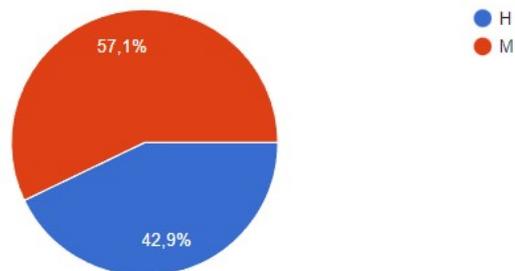


Tabla 19: Resultados de género (Autoría propia, 2021)

Horas de sueño:

7 respuestas



Tabla 20: Resultados de horas de sueño (Autoría propia, 2021).

Ultima vez que ingeriste alcohol.

7 respuestas

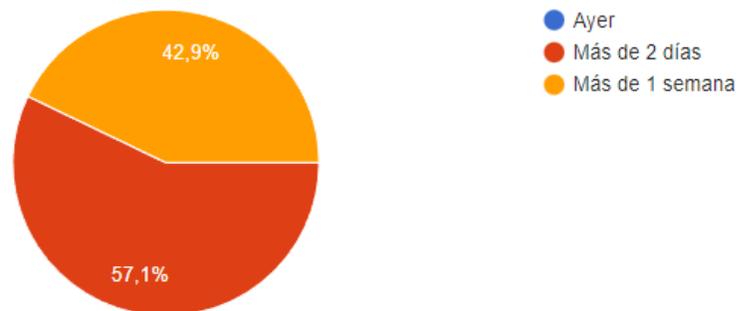


Tabla 21: Resultados de ingesta de alcohol (Autoría propia, 2021).

¿Qué tan amigable sientes el dispositivo?

7 respuestas

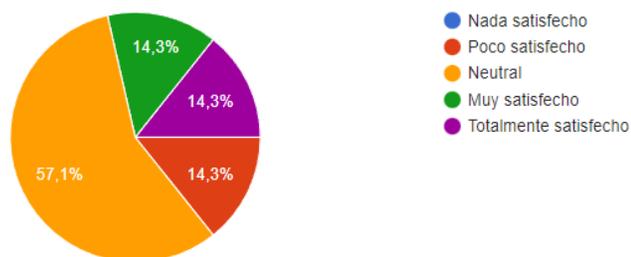


Tabla 22: Resultados de empatía (Autoría propia, 2021).

¿Qué tan perceptible es la luz que emite el dispositivo localizado en el manubrio?.

7 respuestas

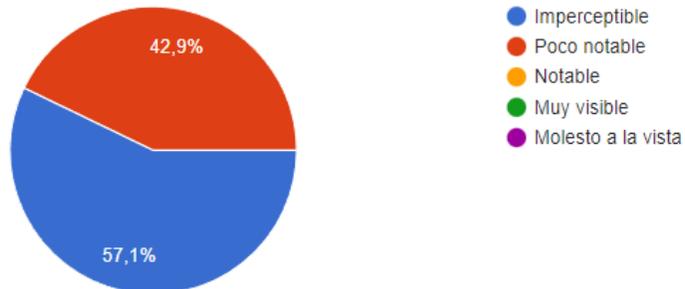


Tabla 23: Resultados percepción luz (Autoría propia, 2021).

¿Qué tan perceptible es el sonido que emite el dispositivo localizado en el manubrio?

7 respuestas

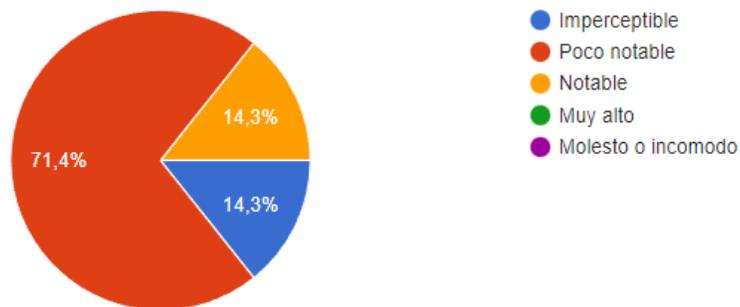


Tabla 24: Resultados percepción sonido (Autoría propia, 2021).

¿Fue sencillo identificar la relación entre el color y la función de la alarma?

7 respuestas

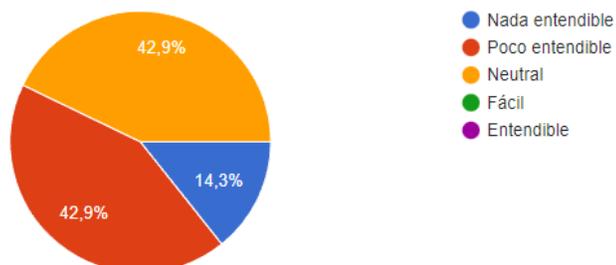


Tabla 25: Resultados relación entre color y la función de la alarma (Autoría propia, 2021).

Consideras que mediante el uso del dispositivo ¿mejoraste tu tiempo de reacción ante una eventualidad?

7 respuestas

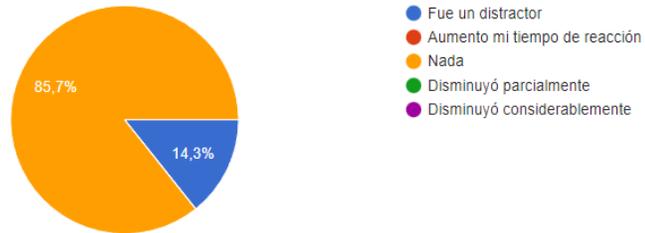


Tabla 26: Resultados de mejora de tiempo de reacción (Autoría propia, 2021).

Comenta alguna sugerencia.

6 respuestas

Quizás algún sonido distinto y más fuerte.

Tarde mas en responder porque esperé a que el dispositivo me avisará y no lo hizo

Estaría bueno una alerta menor algo antes, ya que noté la alerta al mismo tiempo o justo después de mi reacción normal.

Necesito luz delantera

No puse atención a la alarma pero es novedoso

El sonido un poco más alto

Tabla 27: Sugerencias (Autoría propia, 2021).

### Análisis de resultados para hipótesis

Se realizó el experimento unicamente con 8 personas debido a los protocolos de seguridad sanitaria dentro de la Universidad por la pandemia COVID 19, agregado a que los usuarios que apoyarían de municipio y tenían los requisitos para realizar las pruebas tienen un horario laboral matutino; las pruebas requerían un tiempo estimado de 2 a 3 horas por grupo de 4 personas.

Para el análisis y comparación de los tiempo de reacción, con y sin el dispositivo, se tomaron en cuenta la segunda y la quinta columna, esto debido a que la primera prueba se tomó como una de adaptación al experimento y la quinta, es la prueba donde el usuario ya se relacionó con el dispositivo y el funcionamiento del mismo.

Usuario	1 Sin dispositivo	2 Sin dispositivo	3 Adaptación	4 Con dispositivo	5 Con dispositivo	Nulos	Comparación 2da y 5ta columna	% Aumento - Disminución
1	872	1492	1499	1363	810	1	-810	45.7%
2	0	565	1002	1552	683	0	+118	20%
3	1439	1449	1826	1196	1506	0	+57	3%
4	1132	1766	1507	1500	1244	2	-522	29.5%
5	1048	1789	1601	2033	1928	0	+139	17%
6	2165	2158	2473	1622	1356	1	-802	38.2%
7	1288	745	1476	1298	1047	1	+302	40%
8	1343	807	2100	2123	1468	1	+661	81%

En la tabla se puede observar que su mayoría los participantes aumentaron su tiempo de reacción entre 100 y 800 mili segundos, solo tres de ellos lograron disminuirlo considerablemente en un rango de 500 a 700 mili segundos.

Otro factor que afectó al TR es la práctica o el uso constante de la bicicleta como medio de transporte en la ciudad, ya que la participante 1 y 4 al ser usuarias con 4 años solicitaron el aumento de la velocidad del automóvil (visualizado en la tabla de velocidad con con aumento de 8.33 m/s a 13 m/s, lo que equivale a 50 km/h), esto afectó el tiempo en que tardaron en parar el cronometro con el botón colocado en el manubrio.

Debido a que estos usuarios están acostumbrados a las altas velocidades de los automóviles en circulación, además de no percibir al coche si este no se encontraba a muy pocos metros de ellos, su tiempo de reacción aumento considerablemente. Por lo tanto el experimento debería incluir los años de experiencia en el ciclismo urbano.

En la tabla de TR, también se toma en cuenta los intentos nulos o experimentos con error, ya que los 3 participantes que lograron disminuir su TR, tienen al menos 1 o 2 intentos nulos , lo que significa que otro factor a considerar es la cantidad de pruebas realizadas con y sin el dispositivo, como pruebas de adaptación.

En cuanto los rangos de edad se establecieron entre los 25 a 40, donde las edades de 35 a 40 años fueron los participantes que lograron disminuir su tiempo de reacción (Mostrados en la Tabla de TR). Esto podría deberse a su experiencia en el ciclismo o su atención auditiva en el dispositivo.

El factor de la atención auditiva en el dispositivo, será analizado a continuación por el examen de percepción que se les aplico a los participantes que concluían su prueba.

Los resultados arrojan que los usuarios notaban muy poco el sonido que emitía el dispositivo a pesar de cumplir con los requerimientos establecidos, así como el sistema de alarma de luz. Esta se convierte en área de oportunidad para el proyecto, ya que a pesar de estar en un ambiente controlado donde solo había un solo automóvil, es posible que en un ambiente real el sonido sea imperceptible, así que el sistema debe contar con un componente que emita decibeles que superen la contaminación auditiva.

Por otra parte, el sistema lumínico también careció de visibilidad para el usuario en el día, por lo cual no podría ser el sistema base, por lo tanto, el sistema auditivo se convierte en sistema de alarma base y de respaldo, el lumínico.

**Meta 4: Colaboración con la Secretaría de Movilidad del Municipio de Querétaro.**

Apoyar a programas de cultura vial en la secretaría por medio de la participación y difusión de las actividades para promover la cultura y seguridad vial en el municipio.

**Resultados:**

**Actividad 1: Taller de pedaleandoando:**

Actividad realizada en las diferentes delegaciones del municipio de Querétaro en escuelas con la participación de niños divididos por edades. La duración del taller es de una hora treinta minutos, impartido en el periodo de lunes a jueves en cada delegación.

La 1ra participación en el taller fue en la delegación Lomas del Marquez con aproximadamente 10 niños, se llevaron a cabo actividades que permitieron a los participantes conocer las rutas de transporte así como los usos de los medios motorizados y no motorizados. Por ultimo, se realizo la practica del uso de la bicicleta, uso del freno delantero y trasero, señales de comunicación entre ciclistas y algunos ejercicios de control de la bici.



Figura 70: Taller Pedaleandoando (Autoría propia, 2021).



Figura 71: Actividad pedaleitos (Autoría propia, 2021).

### **Actividad 2: Reconocimiento de rutas para el día internacional del día sin auto.**

El viernes 3 de septiembre se llevo acabo el reconocimiento de las rutas de cuatro delegaciones con la intención de conocer las vialidades por donde se llevarán a los ciclistas el día 22 de Septiembre.

Rutas: Delegación Felix Osorio, Santa Rosa Jáuregui y Delegación Epigmento Gonzales.



*Figura 72: Reconocimiento de ruta para el "Día internacional sin auto" (Autoría propia, 2021).*

### **Actividad 3: Pirámide de la movilidad:**

Material didáctico utilizado en las clases de educación vial impartidas en las delegaciones del municipio de Querétaro para enseñarle a los niños los niveles de prioridad de los usuarios en el transito.



*Figura 73: Pirámide de la Jerarquía de la movilidad (Autoría propia, 2021).*

#### **Actividad 4: Apoyo al día internacional sin auto en la delegación Santa Rosa Jáuregui**

El día 22 de septiembre del 2021 se llevo a cabo la iniciativa del día mundial sin auto, en el cual el municipio de Querétaro participó en sus 5 delegaciones con rutas para los ciudadanos (con la protección y salubridad pertinente por contagios COVID) , promoviendo el uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo al automóvil en distancias cortas. En apoyo a la actividad fungí como abanderado, protegiendo al ciudadano en los cruces peligrosos entre calles y apoyando al líder de la ruta.



*Figura 74: Apoyo a ruta Santa Rosa Jáuregui (Autoría propia, 2021).*

### **Actividad 5**

Apoyo a la creación de contenido publicitario enfocado a la seguridad vial y en la movilidad, para los meses de abril (vacaciones) y agosto (inicio de clases. La actividad requería 6 propuestas de publicidad suave (índole informativa o preventiva) y dura (manejo de mensajes con mayor peso visual e impacto ).

#### IDEAS - Abril vacaciones y semana santa

- Antes de viajar, tu auto debes revisar. (preventivo y fuerte) los puntos de seguridad de un auto.
- En estas vacaciones: cuida el ambiente, cuida tu cuerpo, camina o anda en bici.
- Una ciudad se conoce mejor andando sus calles, usa la bici o camina.
- "Vive Querétaro en bici" quedarte en casa no es sinónimo de aburrimiento, comenta en que establecimientos de tu ciudad es amigo del resguardo seguro de tu bici.
- Baja la velocidad, el peatón tiene prioridad.
- Vacaciones es sinónimo de niños jugando, reduce tu velocidad en zonas residenciales.

*Figur*

*a 75: Presentación de ideas para publicidad de la redes sociales (Autoría propia, 2021).*

### **Actividad 6**

Desarrollo y creación de un prototipos para el libro que se mostrará ante USEBEQ, para escuelas en línea, con el fin de promover actividades y conocimientos de la movilidad en estudiantes de últimos años de primaria y grado secundaria.



Figura 76: Bocetos y mockups del libro de la movilidad (Autoría propia, 2021).

**Actividad 7: Apoyo a publicidad de QroBici.**



Figura 77: Publicidad para Qrobici (Qrobici, 2021).

**Actividad 9: Elaboración de archivos de corte para señalética.**





## IX. Conclusiones

En esta investigación se tuvo como objetivo comprobar la siguiente hipótesis:

H1: A partir de un dispositivo de comunicación sensorial, se podrá reducir el tiempo de reacción un 10% en ciclistas urbanos ante la localización de proximidades con posibilidad de colisión al usuario, partiendo del uso de componentes electrónicos existentes en el mercado y aplicando conocimientos en electrónica, ingeniería y diseño.

Como resultado del análisis realizado en el capítulo anterior se puede concluir que:

**Se rechaza parcialmente la hipótesis.**

Debido a:

- Falta de pruebas por la pandemia: La pandemia causada por el COVID 19, restringió el aforo permitido para las pruebas dentro de la Universidad, por este motivo y debido al tiempo que conlleva ejecutar las pruebas, la investigación se limitó a realizar el experimento de validación con el personal de la Secretaría de Movilidad del municipio de Querétaro, específicamente del departamento de *Vinculación y cultura vial*. Debido a la reducida cantidad de experimentos, las validaciones no puede ser consideradas confiables, solo pueden generar sugerencias para posibles aplicaciones futuras.
- Realizar pruebas de sonido con un rango de decibles más amplio en el dispositivo. Los resultados del análisis de la prueba de percepción arrojaron que el sonido emitido por el dispositivo era poco audible para el usuario inclusive en un ambiente controlado, por lo cual se sugiere que los dispositivos generados a futuro contemplen como factor importante en los requerimientos de diseño la contaminación auditiva. Lo cual arroja que el sonido es un factor insignificante para reducir el TR del usuario.
- Dividir los perfiles entre los ciclistas experimentados y no experimentados. Se determinó la existencia de factores no contemplados en las pruebas de validación, como es la experiencia del ciclista en la movilidad urbana, como parte importante en la medición del TR, ya que se generaron efectos contrarios a los esperados,

ejemplo de esto, es la percepción del riesgo a un rango de distancia menor determinado por la habilidad del ciclista. La experiencia del ciclista debe ser contemplando en los criterios de homogenización como un factor de alto valor.

- Considerar que un tiempo de adaptación mayor al dispositivo podría beneficiar en el TR del participante. Este tiempo o prueba de adaptación permiten al usuario focalizar su atención en la actividad, comprenderla y realizarla con mayor eficiencia; al mismo tiempo también sirve como un margen de error para los datos estadísticos en el experimento. Cabe la posibilidad de que la repetición constante de la actividad pueda acercar a los usuarios sin experiencia a un rango de TR similar a los usuarios con experiencia.
- En los usuarios donde se pudo reducir el TR están en un rango de porcentaje de 20 a 50%, considerando que el medio sensorial únicamente será el auditivo en un perfil de ciclistas con experiencia. Para aquellos perfiles que no tenga una practica constante en el ciclismo se puede predecir que necesitan un mayor tiempo de adaptación para lograr reducir su TR de manera considerable.

Como parte de la conclusión es importante mencionar que la presente investigación puede ser utilizada como literatura o antecedente en los siguientes temas:

- La importancia de la restricción del uso de audífonos:

Se puede considerar que el principal canal de comunicación y conocimiento del entorno para un ciclista es a través del sentido del oído y como secundario el sentido de la vista, por lo cual se sugiere restringir el uso de audífonos mientras el usuario realiza un trayecto dentro de la ciudad y más en trayectos donde comparte vialidad con transportes motorizados sin alguna señalización que priorice al ciclista.

- Modificación en la ley de tránsito con respecto al uso de pantallas

La ley de tránsito del municipio de Querétaro cita que el ciclista no puede portar dispositivos electrónico o celulares en el manubrio que distraigan su atención del frente, pero el sistema Garmin a través del uso de una pantalla ofrece al ciclista ampliar el conocimiento de su entorno, generando en el un grado de seguridad al transitar en las

vialidades. Este tema puede generar un debate en pro de la mejora de las leyes de tránsito y los posibles dispositivos considerados tecnología de seguridad activa para ciclistas.

- Metodología para el estudio del TR en ciclistas urbanos como seguridad activa.

Mencionado anteriormente en el texto y sustentado en diferentes autores, el TR es una variable dependiente muy sensible a los factores involucrados en un experimento; en el caso aplicado a ciclistas urbanos y como parte de los conocimientos adquiridos se sugiere que en investigaciones posteriores se considere criterios de homogenización más estrictos, rangos de edad cortos, nivel de experiencia en la movilidad urbana en medios no motorizados, actividad física semanal, horas de descanso y aplicación de pruebas mayores a 5, con un número determinado de errores aceptados.

La investigación encuentra su pertinencia en un tiempo donde la sociedad busca priorizar la seguridad vial después de verse afectada por la propagación de un virus, y donde el hombre tuvo que buscar la forma trasladarse sin comprometer su salud. El ciclista urbano es una posible solución no solo a la disminución de la contaminación generada por los transportes motorizados, también una forma de cuidar y mejorar la salud de la sociedad. Por lo cual es importante priorizar la investigación entorno a la seguridad del ciclista.

## X. Referencias

- 6 en punto, (28 de febrero 2017) Fomenta DIF Estatal de #Querétaro educación vial entre los niños y niñas. Recuperado de: <https://6enpunto.mx/queretaro/fomenta-dif-estatal-queretaro-educacion-vial-los-ninos-ninas/>
- ABC Proyectos (S.f.) Sensores infrarrojos. Retrieved July 12, 2020, from <https://www.abcelectronica.net/productos/sensores/infrarrojos/>
- Ahedo (S.f.). Robótica.com. Retrieved July 12, 2020, from <https://www.web-robotica.com/arduino/como-usar-el-modulo-led-smd-de-3-colores-rgb-para-arduino>
- AG Electrónica S.A. de C.V. (2015). MINI MOTOR VIBRADOR DE DISCO Número de parte: ADA-1201. MINI MOTOR VIBRADOR DE DISCO. <http://www.agspecinfo.com/pdfs/A/ADA-1201.PDF>
- Alcaldía de Medellín (2015) Manual del ciclista urbano. Tercera edición. Impreso en Medellín.
- Álvarez (2014). Aspectos ergonómicos de las vibraciones. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Madrid.
- Am de Querétaro (agosto 2019) Apps de movilidad imperdibles en Querétaro. Recuperado de: <https://amqueretaro.com/vsdmx/2019/09/08/apps-de-movilidad-imperdibles-para-los-queretanos/>
- Am de Querétaro (24 de mayo 2019) La cruz roja Querétaro y Uber promueven la seguridad vial. Am de Querétaro. Recuperado de: <https://amqueretaro.com/queretaro/2019/05/24/la-cruz-roja-queretaro-y-uber-promueven-la-seguridad-vial/>
- apLOOP. (2018). Microcontroladores vs. Microprocesadores - apLOOP. Medium. <https://medium.com/@aploopve/microcontroladores-vs-microprocesadores-9e8c7edfb746>
- Arduino, SA (2015). Arduino Arduino LLC
- Ávila, J. (2014) El estrés un problema de salud del mundo actual. Revista CON-CIENCIA. ISSN 2310-0265. Recuperado de: [http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S231002652014000100013&script=sci\\_arttext&lng=en](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S231002652014000100013&script=sci_arttext&lng=en).
- Badamasi (2014). El principio de funcionamiento de un Arduino. En 2014 11ª conferencia internacional sobre electrónica, informática y computación (ICECCO) (pp. 1-4). IEEE
- Baque Indio & Cedeño Macías (2018). Las habilidades sensorio-perceptivas en el desarrollo de las relaciones lógico matemáticas en niños 4 a 5 años (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación).
- Barrio, J., García, M., Ruiz, I., & Arce, A. (2006). *El estrés como respuesta*. International Journal of

Developmental and Educational Psychology, 1(1), 37-48.

- Batista (2019). RADIOMETRIA Y FOTOMETRIA: DOS VISIONES DE UN FENOMENO. Revista Cubana de Física, 36(1), 66-73.
- BBVA (2020) Urgen medidas económicas y de salud para contrarrestar el impacto del COVID-19 en México. Recuperado de: <https://www.bbva.com/es/mx/urgen-medidas-economicas-y-de-salud-para-contrarrestar-el-impacto-del-covid-19-en-mexico/>
- Brown, T. (2009). *Cambio por diseño*. Nueva York: HARPER COLLINS
- Burgos & D'Otero (2015). Variables microscópicas en la velocidad de caminata. Ingeniería de Transporte, 19(2).
- Camargo, B. (2010). *Estrés, Síndrome General de Adaptación o Reacción General de Alarma*. Revista Médico Científica, 17(2). Recuperado a partir de <https://revistamedicocientifica.org/index.php/rmc/article/view/103>
- CAPUFE (2021). *Decenio de acción para la seguridad vial*. gob.mx. <https://www.gob.mx/capufe/articulos/decenio-de-accion-para-la-seguridad-vial-265479>.
- Casco, S. (2014). Raspberry Pi, Arduino y Beaglebone Black Comparación y Aplicaciones. Vol 1, 4-8.
- Carbayo, M. (1998). El sistema somato-sensorial. Editorial WILKINS, España, 3.
- Carrera S. (2015). *Medidas de protección del peatón*. Cevimap: Publicación técnica del Centro de Experimentación y Seguridad Vial Mapfre, 23(92), 12-15.
- Castro, C., Peña-Suárez, E., Ventsislavova, P., Gugliotta, A. A., García-Fernández, P., Roca, J., & Crundall, D. *Validación del Test de Percepción de Peligros*. España: Dirección general de tráfico.
- Castro, S. D. A. (2000). *Riesgos y peligros: una visión desde la geografía*. Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, 60.
- CDMX Electrónica. (2020). Leds Ultrabrillantes Transparentes. Retrieved July 12, 2020, from <https://www.cdmxelectronica.com/producto/leds-ultrabrillantes-transparentes/>
- Centeno & Marín (2016). Láser Doppler y su uso en la odontología. Revista ADM, 73(5), 241-244.
- Cerrillo (17 de abril de 2020) La ministra Ribera estudia primar la bici para mantener la distancia interpersonal. La vanguardia. Recuperado de: <https://www.lavanguardia.com/natural/20200417/48565649411/minstra-ribera-bicicleta-distancia-interpersonal.html>
- Comisión Ambiental de la Megalópolis (16 de octubre de 2018) ¿Qué son los sistemas integrados de transporte?, Recuperado de <https://www.gob.mx/comisionambiental/es/articulos/que-son-los-sistemas-integrados-de-transporte?idiom=es>
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía [CONUEE] (abril de 2018) Movilidad sostenible. Dirección de Movilidad y Transporte. Recuperado de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/313972/movilidadurbanasostenible.pdf>
- Comunidad Vial [CVMX] (2017) ¿Qué es cultura vial? Recuperado de: <https://www.comunidadvialmx.org/articulos/2015-05-20-qu-es-cultura-vial>
- Cortes (2015). Arduino. Aplicaciones En Robótica Mecatrónica E Ingenierías (1.a ed., Vol. 1). ALFAOMEGA GPO

ED.

- Construmática. (s. f.). Corriente Continua. Corriente Continua. Recuperado 1 de diciembre de 2020, de [https://www.construmatica.com/construpedia/Corriente\\_Continua](https://www.construmatica.com/construpedia/Corriente_Continua)
- De Jaeger (2018). Fisiología del envejecimiento. EMC - Kinesiterapia - Medicina Física, 39 (2), 1–12.doi: 10.1016 / s1293-2965 (18) 89822-x
- Definiciona (2020) inmersivo. Recuperado de: <https://definiciona.com/inmersivo/>
- Diario de Querétaro, D. Á. (2021). *Exigen ciclistas Su DERECHO A transitar*. Diario de Querétaro | Noticias Locales, Policiacas, de México, Querétaro y el Mundo. <https://www.diariodequeretaro.com.mx/local/exigen-ciclistas-su-derecho-a-transitar-6907634.html>.
- Diario oficial de la federación (2012) REGLAMENTO de Tránsito en Carreteras y Puentes de Jurisdicción Federal. DOF: 22/11/2012. Recuperado de: [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5278684&fecha=22/11/2012](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5278684&fecha=22/11/2012)
- Diario Oficial de la Federación (2020) ACUERDO por el que se establecen las medidas preventivas que se deberán implementar para la mitigación y control de los riesgos para la salud que implica la enfermedad por el virus SARS-CoV2 (COVID-19). DOF: 24/03/2020 Recuperado de: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5590339&fecha=24/03/2020](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5590339&fecha=24/03/2020)
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (2011). Señales y avisos para protección civil. - Colores, formas y símbolos a utilizar; De [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5226545&fecha=23/12/2011](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5226545&fecha=23/12/2011)
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (2001). Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido NOM-011-STPS-2001; De <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-011.pdf>
- Dirección de Tráfico de España [DGT] (2011) Percepción del riesgo. Recuperado de: <http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/formacion-vial/percepcion-riesgo/>
- Dirección Nacional de Tráfico [DGT] (2011) La movilidad segura de los colectivos más vulnerables: la protección de peatones y ciclistas en el ámbito urbano. *Observatorio Nacional de Seguridad Vial*. Recuperado de: <http://www.dgt.es/Galerias/la-dgt/centro-de-documentacion/publicaciones/2011/doc/la-movilidad-segura-de-los-colectivos-mas-vulnerables.pdf>
- Duval, F., González, F., & Rabia, H. (2010). Neurobiología del estrés. *Revista chilena de neuro-psiquiatría*, 48(4), 307-318.
- Ecologistas en acción (2007) ¿Qué entendemos por movilidad? [Entrada de Blog] Recuperado de: <https://www.ecologistasenaccion.org/9844/que-entendemos-por-movilidad/>
- El Universal (17 de noviembre de 2018) Estudio: bajan de muertes por accidentes viales. Seguridad, el Universal Querétaro. Recuperado de: <https://www.eluniversalqueretaro.mx/seguridad/estudio-bajan-muertes-por-accidentes-viales>
- El Universal Querétaro, Z. L. (2021, June 29). *En una semana, mueren tres ciclistas en Querétaro*. El Universal Querétaro. <https://www.eluniversalqueretaro.mx/seguridad/en-una-semana-mueren-tres-ciclistas-en-queretaro>.
- Escuin, Guillen & Valles (2012) 10 4 C 50018 Zaragoza. España. Oficina Española De Patentes Y

Marcas.

- Excélsior (24 de abril 2020) OMS recomienda el uso de la bicicleta en grandes ciudades. Excélsior. Recuperado de: <https://www.excelsior.com.mx/adrenalina/oms-recomienda-el-uso-de-la-bicicleta-en-grandes-ciudades/1378070>
- Expansión Política (21 de abril de 2020) La contingencia redujo la movilidad en 67% a nivel nacional, según el gobierno. Recuperado de: <https://politica.expansion.mx/mexico/2020/04/21/las-contingencia-redujo-la-movilidad-en-67-a-nivel-nacional-segun-el-gobierno>
- European Standard (2005) Electric toys — Safety (BS EN 62115:2005). Recuperado de: <http://www.hzmark.com/download/EN62115-2005.pdf>
- European Standard (2005) LED Lighting Products (IEC/EN 62471). Recuperado de: [https://smartvisionlights.com/wp-content/uploads/IEC\\_62471\\_summary.pdf](https://smartvisionlights.com/wp-content/uploads/IEC_62471_summary.pdf)
  
- Flores, (noviembre 2019) Qrobici ya cuenta con bicis eléctricas. Am Querétaro. Recuperado de: <https://amqueretaro.com/queretaro/2019/10/29/qrobici-ya-cuenta-con-bicicletas-electricas/>
  
- Gago, Calderón & Fraile (2012). Iluminación con tecnología LED. Editorial Paraninfo.
- Gas, J. M. M., Serrano, M. L. H., Junyent, M. V., & Mas, A. C. (1995). Análisis de los componentes del tiempo de reacción. *Anuario de psicología/The UB Journal of psychology*, 139-152.
- García (1984). El tiempo de reacción como variable dependiente: algunas cuestiones de procedimiento experimental. *Anales de Psicología/Annals of Psychology*, 1, 209-224. García, Cando, Villalta, Bermudez, & Moncayo (2020). Desigualdades en seguridad vial por fallecimientos en peatones. *SIGNOS-Investigación en sistemas de gestión*, 12(1), 51-62.
- García (2018). Consideraciones sobre los efectos de la luz en el ecosistema nocturno.
- García, Ramirez, Vásquez (2007) Sistema mínimo de propósito general basado en el microcontrolador DS80C400 con operación en un sistema de red.(Tesis de grado) Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajuapa de León, Oax.
- Garmin, & Subsidiaries, G. (n.d.). Garmin Varia™ RTL515: Radar con luz trasera PARA BICICLETAS. Retrieved April 11, 2021, from <https://buy.garmin.com/es-MX/MX/p/698001/pn/010-02376-00>
- Gobierno de México (2018) Informe sobre la situación de la seguridad vial, México 2016. Acciones y Programas. Recuperado de: <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/informe-sobre-la-situacion-de-la-seguridad-vial-mexico-2016>
- Gobierno del estado de Querétaro (2019) El Reglamento para la Movilidad y el Tránsito del Municipio de Querétaro, en la Ciudad de Santiago de Querétaro. Periódico: La sombra de Arteaga. P. O. No. 69
- González, M. M., Ávila, H. F., & Licea, S. M. (2019). La sensopercepción como procedimiento

- evaluativo del estado del problema científico. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 10(4), 1-16.
- Gobierno del Estado de Querétaro (2016) Programa Estatal de transporte Querétaro. Recuperado de: <https://www.iqt.gob.mx/wp-content/uploads/2017/02/Programa-Estatal-de-Transporte.pdf>
  - Gobierno de México (2018) Informe sobre la situación de la seguridad vial, México 2016. Acciones y Programas. Recuperado de: <https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/informe-sobre-la-situacion-de-la-seguridad-vial-mexico-2016>
  - Gobierno de México (2020) SANA DISTANCIA COVID-19. Recuperado de: <https://www.gob.mx/salud/documentos/sana-distancia>
  - Goldman, B. (2019). Stanford scientists reliably predict people's age by measuring proteins in blood. Retrieved July 10, 2020, from <https://med.stanford.edu/news/all-news/2019/12/stanford-scientists-reliably-predict-peoples-age-by-measuring-pr.html>
  - González, B. G., & Escobar, A. (2002). Neuroanatomía del estrés. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 3(5), 273-282.
  - Google (s.f.) Universidad Autónoma de Querétaro Campus Aeropuerto. Recuperado el 24 de Octubre de 2021. <https://www.google.com.mx/maps/place/Universidad+Aut%C3%B3noma+de+Quer%C3%A9taro+Campus+Aeropuerto/@20.62447,-100.3708458,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x85d35b6d0d54458d:0xed1680fb2615bd75!8m2!3d20.62447!4d-100.3686571>
  - Grigioni, Jardón & Vettorel (2017). 7503-17 FÍSICA Fenómenos de ondas.
  - Hall, J., Bonet, B., & Guyton, A. (2007). *Guyton & Hall: compendio de fisiología médica* 10ª edición Elsevier.
  - Han, J., Kim, D., Lee, M., & Sunwoo, M. (2012). Enhanced road boundary and obstacle detection using a downward-looking LIDAR sensor. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 61(3), 971-985.
  - HENGESBERGER (2020) El LEAD User method: Como desarrollar innovaciones revolucionarias con el método de LEAD User Method. Equipo LEAD Innovation. Recuperado de: [www.lead-innovation.com/es](http://www.lead-innovation.com/es)
  - IDEO (2020) Diseño centrado en las personas: Kit de herramientas. **CREATIVE COMMONS. IDEO.ORG. 2da edición. Recuperado de:** [https://www.designkit.org/resources/1?utm\\_medium=ApproachPage&utm\\_source=www.ideo.org&utm\\_campaign=FGButton](https://www.designkit.org/resources/1?utm_medium=ApproachPage&utm_source=www.ideo.org&utm_campaign=FGButton)
  - INEGI (2018) Estadísticas de Accidentes de Tránsito Terrestre en Zonas Urbanas y Suburbanas. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/temas/accidentes/default.html#Tabulados>
  - INEGI (2018) Número de víctimas muertas y heridas por tipo. Estadísticas de Accidentes de Tránsito Terrestre en Zonas Urbanas y Suburbanas. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/temas/accidentes/default.html#Tabulados>
  - INEGI (2019) Estadísticas a propósito del día mundial en recuerdo de las víctimas de los accidentes

de tráfico. comunicado de prensa núm. 557/19. recuperado de:  
[https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2019/trafico2019\\_nal.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2019/trafico2019_nal.pdf)

- INSITUM (2014) Guía de referencia Design Thinking. Design Thinking Theory Book-FINAL
- Instituto Queretano de Transporte (IQT, 2020) EN 2020 SE BUSCARÁ CONSOLIDAR EL SISTEMA DE TRANSPORTE: IQT. Comunicado 02/20. Recuperado de:  
<https://www.iqt.gob.mx/index.php/2020/01/2020-se-buscará-consolidar-sistema-transporte-iqt/>
- Instituto Queretano de Transporte (IQT, 2017) Programa estatal de transporte Queretano. Recuperado de: <https://www.iqt.gob.mx/wp-content/uploads/2017/02/Programa-Estatal-de-Transporte.pdf>
- Inusta (2017) El Tacto. EL MUNDO. Infografía: 5W Infographic. El Aula. Recuperado de:  
[http://centroderecursos.educarchile.cl/bitstream/handle/20.500.12246/15196/articles-28945\\_recurso\\_pdf.pdf?sequence=1](http://centroderecursos.educarchile.cl/bitstream/handle/20.500.12246/15196/articles-28945_recurso_pdf.pdf?sequence=1)
- Josa Bullich (1996). Mecanorreceptores y sensibilidad propioceptiva de la rodilla.
- Khatri & Ganvir (2019). Comparison of visual and auditory reaction time in physically active and inactive male and female adolescents: An observational study. *J Nov Physiother*, 9(413), 2.
- Ledesma (1998) El sistema somato-sensorial. Departamento de Ingeniería Electrónica. Recuperado de:  
[https://sensacion-y-percepcion.webnode.es/\\_files/200000023-bee1dc0d66/SISTEMA%20SOMATOSENSORIAL.pdf](https://sensacion-y-percepcion.webnode.es/_files/200000023-bee1dc0d66/SISTEMA%20SOMATOSENSORIAL.pdf)
- López (5 de junio de 2019) Todo lo que nos depara el mundo de las experiencias inmersivas. By Orange. Recuperado de: <http://blog.orange.es/innovacion/todo-lo-que-nos-depara-el-mundo-de-las-experiencias-inmersivas/>
- Macías, Contreras, Anaya, García, Hinojosa & Zamora (2020) R. A. Ley de Ohm. Rescatado de:  
[https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/631150/5\\_t1s1\\_c5\\_pdf\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/631150/5_t1s1_c5_pdf_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Malamud-Kessler, Estañol-Vidal, Ayala-Anaya, Sentíes-Madrid & Hernández-Camacho (2014). Fisiología de la vibración. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 15(3), 163-170.
- Martín Bermejo, D. (2007). Comparación de tiempos de trayectos metro-a pie-bici en la zona urbana de Barcelona.
- Marín & Garzón (2015). Construcción de una plataforma de levitación electromagnética utilizando sensores infrarrojos (Doctoral disertación, Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnologías. Tecnología Eléctrica).
- Martín & Hanington (2012) *Universal Methods of Design: 100 Ways to Research Complex Problems, Develop Innovative Ideas, and Design Effective Solutions*. Beverly, MA: Rockport Publishers.

- Martínez de Quel Pérez, Ó. (2003). El tiempo de reacción visual en el kárate (Doctoral dissertation, Ciencias).
- Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo ( Institute for Transportation and Development Policy - I. T. D. P, [2011](#)). Manual Integral de Movilidad Ciclista para Ciudades Mexicanas. Institute for Transportation and Development Policy.
- Microsonic (2020) El principio ultrasónico. Tecnología ultrasónica. Recuperado de: <https://www.microsonic.de/es/suporte/ultrasonic-tecnolog%C3%ADa/principio.htm>
- Moreno, P. J. F., & José, E. Ciclista.(2015)
- Morcillo (17 de abril de 2020) Francia estudia promover el uso de la bicicleta como freno de contagios por coronavirus. BIKE: La revista de la bici de montaña. Recuperado de: <https://www.mountainbike.es/noticias/articulo/coronavirus-francia-promover-uso-bicicleta-contagios>
- Municipio de Querétaro (2017) Resumen: Plan estratégico de movilidad 2026. Recuperado de: [http://72.14.184.134/municipio/archivos/documentos/PlanEstrategicoMovilidad2026\\_abril2017.pdf](http://72.14.184.134/municipio/archivos/documentos/PlanEstrategicoMovilidad2026_abril2017.pdf)
- Orellana, Hermida & Osorio (2017). Comprendiendo los patrones de movilidad de ciclistas y peatones. Una síntesis de literatura. Revista Transporte y Territorio, (16), 167-183.
- Orellana, Martínez-Pesántez, Pulla-Tenemaza & Tapia-Sisalima (2019). Pedalejar sense fatigar-se: anàlisi d'infraestructura ciclista urbana basada en l'energia de pedaleig. Documents d'anàlisi geogràfica, 65(2), 273-292.
- Organización Mundial de la Salud, OMS (2011) Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020. Recuperado de: [https://www.who.int/roadsafety/decade\\_of\\_action/plan/plan\\_spanish.pdf?ua=1](https://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/plan_spanish.pdf?ua=1)
- Organización Mundial de la Salud (OMS, 2013) Seguridad peatonal. Manual de seguridad vial para instancias decisorias y profesionales. P. 4.
- Organización panamericana de la salud (OPS, 2019) Acerca de Seguridad Vial. Recuperado de : [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5163:about-road-safety&Itemid=39898&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=5163:about-road-safety&Itemid=39898&lang=es)
- Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2020) La OMS caracteriza a COVID-19 como una pandemia. Recuperado de: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=15756:who-characterizes-covid-19-as-a-pandemic&Itemid=1926&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=15756:who-characterizes-covid-19-as-a-pandemic&Itemid=1926&lang=es)
- O. (2015). Escuchar sin riesgos. De [https://www.who.int/pbd/deafness/activities/MLS\\_Brochure\\_Spanish\\_lowres\\_for\\_web.pdf](https://www.who.int/pbd/deafness/activities/MLS_Brochure_Spanish_lowres_for_web.pdf)
- Organización Internacional de Normalización. (2010). Guía de responsabilidad social (ISO

26000).[https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/sp/PUB100258\\_sp.pdf](https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/sp/PUB100258_sp.pdf)

- Organización Internacional de Normalización. (2003). Ergonomics-Manual handling-Part 1: Lifting and carrying (ISO 11228). <http://www.semac.org.mx/archivos/congreso11/Pres09.pdf>
- Orlandini, A. (1999). El estrés Que es y cómo superarlo. México: La ciencia para todos.
  
- Palacios (mayo 2019) Pobres peatones. AM de Querétaro. Recuperado de: <https://amqueretaro.com/opinion/2019/06/14/pobres-peatones/>
- Petit, L. (2014). El factor humano en el sistema tránsito y seguridad vial y el modelo interaccional comportamental de tránsito. *PSIENCIA. Revista Latinoamericana de Ciencia Psicológica*, 6(1), 48-54.
- Pinillos & González Ribalda, M., & Calleja, F. (2011). La velocidad de anticipación en los deportes: utilidad del constructo y diferencia con el tiempo de reacción. *Revista de orientacion educacional*, (48), 95-106.
- Plan Estratégico de Movilidad 2026 (PEM, 2016) Municipio de Querétaro, Resumen: Plan Estratégico de Movilidad 2026. Municipio del estado de Querétaro. Recuperado de: [http://72.14.184.134/municipio/archivos/documentos/PlanEstrategicoMovilidad2026\\_abril2017.pdf](http://72.14.184.134/municipio/archivos/documentos/PlanEstrategicoMovilidad2026_abril2017.pdf)
- Pozueta (2015) AISLANTES Y CONDUCTORES UTILIZADOS EN LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética.
- RAE (2020) Alarma. Diccionario de la lengua española, 23.<sup>a</sup> ed., [versión 23.4 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [26 /11/2020].
- RAE (2020). distancia | Diccionario de la lengua española. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/distancia>
- RAE (2020) Inmersión. Recuperado de: <https://dle.rae.es/inmersi%C3%B3n?m=form>
- RAE (2020). tiempo | Diccionario de la lengua española. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/tiempo>
- RAE (2020) Sistema. Diccionario de la lengua española, 23.<sup>a</sup> ed., [versión 23.4 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [26 /11/2020].
- RAE (2020). velocidad | Diccionario de la lengua española. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/velocidad>
- Rey, Cardozo, Alberto, Alberto, Falcón, Foschiatti, Lucca, Pérez, Pértile, Ramírez (2007) La vulnerabilidad en la movilidad urbana: aportes teóricos y metodológicos.
- Ribalda, M. P., & Calleja, F. G. (2011). La velocidad de anticipación en los deportes: utilidad del constructo y diferencia con el tiempo de reacción. *Revista de orientacion educacional*, (48), 95-106.
- Richardson, M. y Wallace, S. (2012). Introducción a la frambuesa PI "O'Reilly Media, Inc."
- Robles (2014) El tiempo de reacción específico visual en deportes de combate.

- Rodríguez (2019) Educación Vial, para prevenir accidentes, AM Querétaro. Recuperado de: <https://amqueretaro.com/queretaro/2019/10/12/educacion-vial-para-prevenir-accidentes/>
- Rodríguez, Gallego & Zarco (2010) Visión y deporte. Editorial Glosa, S.L. ISBN: 978-84-7429-493-4. Depósito Legal: B- 31-752-2010. Recuperado de: <https://books.google.com.mx/books?id=OrZAQAqLsWcC&pg=PA203&lpg=PA203&dq=campo+visual+de+un+ciclista&source=bl&ots=95yugwAXX&sig=ACfU3U1SDtpdeSnpEkxp1q3Ca7TY1hOOQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjQgKm397PpAhUEbawKHS8iA1I4ChDoATAAegQIChAB#v=onepage&q=campo%20visual%20de%20un%20ciclista&f=false>
- Romanillos, & Palomares (2018) Nuevos datos para una nueva cartografía de la movilidad ciclista en la ciudad.
- Romero, G. A., & Lugo-Morín, D. R. (2018). El estado del arte de la movilidad del transporte en la vida urbana en ciudades latinoamericanas. *Revista Transporte y Territorio*, (19), 133-157.
- Rovalo (s.f.) Movilidad Urbana Sustentable: conceptos internacionales. Política y gestión ambiental. Recuperado de: [http://ceja.org.mx/IMG/Movilidad\\_Urbana\\_Sustentable.pdf](http://ceja.org.mx/IMG/Movilidad_Urbana_Sustentable.pdf)
- Rubianes Mora (2018). Manual de diseño de infraestructura ciclista para el Distrito Metropolitano de Quito (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- Ruiz (14 de diciembre de 2019) Qrobici será para la semana siguiente. El diario de Querétaro. Recuperado de: <https://www.diariodequeretaro.com.mx/local/reactivan-qrobici-4583334.html>
- Ruiz (14 de diciembre de 2019) Reactivan Qrobici. El diario de Querétaro. Recuperado de: <https://www.diariodequeretaro.com.mx/local/reactivan-qrobici-4583334.html>
- Saa & García (2016). Cambios fisiológicos de la aptitud física en el envejecimiento. *Revista Investigación en Salud Universidad de Boyacá*, 3(2), 176-194.
- Salas, Pérez & Ramírez (2007). Técnicas de diseño, desarrollo y montaje de circuitos impresos. Universidad de los Andes. Venezuela.
- Salmoirago (21 de abril de 2020) Milán le quitará al coche 35 km de carriles para dárselos a la bici y el peatón. El Periódico. Recuperado de: <https://www.elperiodico.com/es/internacional/20200421/milan-le-quitará-al-coche-35-km-de-carriles-para-darselos-a-la-bici-y-el-peaton-7935410>
- Samsonovich, A., Klimov, V., & Rybina, G. (2016). Biologically inspired cognitive architectures (BICA) for young scientists. Springer.
- Sánchez-de Madariaga, I., & Zucchini, E. (2020). "Movilidad del cuidado" en Madrid: nuevos criterios para las políticas de transporte. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales (CyTET)*, 52(203), 89-102.
- Sarabia Cobo (2009). Envejecimiento exitoso y calidad de vida: Su papel en las teorías del envejecimiento. *Gerokomos*, 20(4), 172-174.
- Secretaría de Gobierno del municipio de Santiago de Querétaro (2018) Reglamento de la ley de

tránsito para el estado de Querétaro. La Sombra de Arteaga. Recuperado de: <https://www.queretaro.gob.mx/reglamento-transito/descarga/Reglamento-de-la-Ley-de-Transito-Qro2018-MQ.pdf>

- Secretaría de Comunicaciones y transportes (2012). Estrategia Nacional de seguridad Vial. Recuperado de: [https://www.paho.org/mex/index.php?option=com\\_docman&view=download&category\\_slug=estrategia&alias=743-estrategia-nacional-de-seguridad-vial-2011-2020&Itemid=493](https://www.paho.org/mex/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=estrategia&alias=743-estrategia-nacional-de-seguridad-vial-2011-2020&Itemid=493)
- Secretaria de movilidad (2019) Nueva imagen y mapa del sistema de Movilidad Integrada de la Ciudad de México. Movilidad integrada BOLETÍN 298/2019 Recuperado de <https://www.semovi.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/presenta-gobierno-imagen-y-mapa-del-sistema-de-movilidad-integrada-de-la-ciudad-de-mexico>.
- 
- Secretaría de Salud (2018) Perfil estatal Querétaro 2016. Perfil nacional y perfiles estatales de seguridad vial, 2016. Recuperado de: <https://www.gob.mx/salud/documentos/perfil-nacional-y-perfiles-estatales-de-seguridad-vial-2016?state=published>
- Secretaria de salud (2020) Jornada de Sana Distancia, ¿En qué consiste?, Gobierno del estado de México. Recuperado de: <http://salud.edomex.gob.mx/salud/recomendaciones#accordion1id>
- Secretaria de Salud Laboral de CCOO de Madrid (2016) Métodos de evaluación ergonómica. Comisiones Obreras de Madrid. 1a edición: noviembre de 2016
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2015). MANUAL DE ILUMINACIÓN VIAL. Retrieved from [http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/Manual\\_iluminacion/Manual\\_de\\_Iluminacion\\_Vial\\_2015.pdf](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/Manual_iluminacion/Manual_de_Iluminacion_Vial_2015.pdf)
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social - Norma Oficial Mexicanas (NOM-036-1-STPS-2018). Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo-Identificación, análisis, prevención y control. Diario Oficial de la Federación 23 de noviembre 2018. Tomado de [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5544579&fecha=23/11/2018](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5544579&fecha=23/11/2018).
- Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT)(2015), MANUAL DE ILUMINACIÓN VIAL: CARRETERAS, BOULEVARES, ENTRONQUES, VIADUCTOS, PASOS A DESNIVEL Y TÚNELES, 2º Edición, ISBN Obra Independiente: 978-607-95879-5-6
- Serna, Ros & Rico (2010). *Guía práctica de sensores*. Creaciones Copyright SL.
- Shoptronica (s.f). ¿Temperatura del color, espectro visible...Que es? Retrieved November 25, 2020, from <https://www.shoptronica.com/curiosidades-tutoriales-y-gadgets/831-temperatura-del-color-0689593935908.html>
- Siglo XXI (22 de abril de2020) Ciclismo. Piden construir más carriles bici urbana y la reapertura del alquiler para una nueva movilidad tras COVID-19 Recuperado de:

<http://www.diariosigloxxi.com/texto-ep/mostrar/20200422174655/ciclismo-piden-construir-carriles-bici-urbanos-reapertura-alquiler-nueva-movilidad-covid-19>

- Sotelo, D. O. (2019). Educación vial: concepto e importancia global. *UNIVERSITARIA*, 2(11), 20-21.
- Taware, Bhutkar, Bhutkar, Dojjad & Surdi (2012). Effect of age on audio-visual and whole body reaction time. *Al Ameen Journal of Medical Science*, 5(1), 90-94. ç
- Tejero, Soto-Rey & González (2011). Estudio del tiempo de reacción ante estímulos sonoros y visuales. *European Journal of Human Movement*, (27), 149-162.
- Tresguerres; Ariznavarreta; Cachafeiro; Cardinali; Escrich; Gil-Loyzaga; Lahera; Mora; Romano; Tamargo (2005) *Fisiología Humana*. 3ra edición. McGraw-Hill Interamericana de España, SAU.
- Tippens. (2001). *Física. Conceptos Y Aplicaciones* (1.a ed., Vol. 7). MCGRAW HILL EDUCATION.
- Ureña (S.f.). Conductores y aislantes. In *Ampliación de electricidad*. España: Dpto. De Tecnología
- Uriel, A., & Jiménez, M. (2000). Mejora de la velocidad de anticipación mediante un tratamiento de entrenamiento visual. *Psicothema*, 12(Su2), 267-270.
- Vanmeerhaeghe & Rodriguez (2013). Rol del sistema sensoriomotor en la estabilidad articular durante las actividades deportivas. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 48(178), 69-76.
- Vallejo (2019) TEC-INNOVATION GMBH O. Oficina Española de Patentes. Recuperado de: <https://patentimages.storage.googleapis.com/2f/89/74/8eadcb13880403/ES2703146T3.pdf>
- Viviendo Querétaro (2019) Qrobicis y ciclistas en Querétaro. La cultura de la bicicleta en Querétaro. Recuperado de: <https://viviendoqueretaro.com/qrobicis-y-ciclistas-en-queretaro/>
- Wu (2018). An automatic procedure for vehicle tracking with a roadside LiDAR sensor. *Institute of Transportation Engineers. ITE Journal*, 88(11), 32-37.
- Xantomila (12 de diciembre de 2019) Ley General de Movilidad y Seguridad Vial busca prevenir accidentes. Esta ley proyecta generar mayor control vial y asegurar la integridad física de peatones, ciclistas y motociclista. *El Sol de México* Recuperado de: <https://www.elsoldemexico.com.mx/mexico/politica/ley-general-de-movilidad-y-seguridad-vial-prevenir-accidentes-4577159.html>
- Zárate (2007). *Velocimetría adaptiva utilizando el efecto de la fuerza foto electromotriz no estacionaria* (Doctoral dissertation, Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica).
- ZELINSKY, W. Woods, R. & Cadwallader, M. (1993). Zelinsky, W. 1971: La hipótesis de la transición

de movilidad. Revisión geográfica 61, 219-49. Progress in Human Geography,17(2), 213-219

## Anexos

### A. Cartas de consentimiento informado “A” y “B”



## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO “A”



Santiago de Querétaro, Querétaro., a \_\_\_ de \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_\_

Por medio de la presente, el (la) que suscribe, \_\_\_\_\_, he leído y comprendido los lineamientos del proyecto denominado **“Diseño de un dispositivo sensorial para reducir el tiempo de reacción ante situaciones de riesgo en la movilidad urbana”** y de manera libre, voluntaria y sin coerción alguna, bajo protesta de decir la verdad autorizo a los investigadores responsables a que la información y datos generados en dicho estudio sean utilizados únicamente con fines de investigación y que estos datos no se proporcionen a otras personas o instituciones. Así mismo, queda estipulado que mi participación será de manera anónima, por lo que la información y datos proporcionados por mí no serán relacionados con mi persona. Entiendo y me responsabilizo de las actividades descritas en el **Anexo 1**.

Eximo, deslindo de toda responsabilidad y estoy de acuerdo en no levantar ninguna demanda civil, penal, y reparadora del daño en contra de la Universidad Autónoma de Querétaro, de los investigadores responsables del estudio, ni de ningún empleado, profesores, estudiantes y/o voluntarios de la Institución; esto incluye a mi persona y mi familia, en caso de tener algún incidente mientras se desarrolla el estudio, dado que las variables y condiciones del mismo son adecuadas y no representan riesgo adicional alguno al de mi vida cotidiana. **Todos los datos serán tratados de forma estadística y referenciada de forma numérica por lo cual no se tratará con datos personales que vulneren la integridad de la persona.**

**Participante**



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE INGENIERÍA



## B. Carta de Consentimiento informado "B"

Santiago de Querétaro, Querétaro., a \_\_\_ de \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_\_

### Lineamientos del proyecto.

He sido invitado de manera libre y sin coerción alguna, a participar de forma completamente voluntaria como participante de estudio en el proyecto denominado **"Diseño de un dispositivo sensorial para reducir el tiempo de reacción ante situaciones de riesgo en la movilidad urbana"** registrado ante la Universidad Autónoma de Querétaro. Entiendo que las pruebas realizadas serán para fines de investigación del proyecto descrito.

Declaro que he sido informado sobre los posibles riesgos, inconvenientes molestias y beneficios derivados de mi participación en el estudio, las cuales son descritos en el **Anexo 1** de la carta de consentimiento informado "A".

Soy consciente de que no habrá beneficios para mi persona y que no se me recompensará económicamente. Se me ha proporcionado el nombre y teléfono del investigador responsable que puede ser fácilmente contactado dentro de la institución universitaria para cualquier duda o inquietud, quienes se han comprometido a darme la información oportuna sobre cualquier duda, pregunta o aclaración. Entiendo y me responsabilizo de las actividades descritas en el **Anexo 1** de la carta de consentimiento informado "A".

Consiento voluntariamente participar en esta investigación como participante y entiendo que tengo el derecho de retirarme de la investigación en cualquier momento sin que me afecte en ninguna manera ya que mi participación es de manera voluntaria. **Todos los datos serán tratados de forma estadística y referenciada de forma numérica por lo cual no se tratará con datos personales que vulneren la integridad de la persona.**

**Katya Daniela**

**Serrano Cruz**  
Participante

Investigador responsable del proyecto

Nombre y firma del investigador

Tel. 442 1248 397

*COMO PARTICIPANTE HE LEÍDO CON EXACTITUD O HE SIDO TESTIGO DE LA LECTURA EXACTA DEL DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO Y HE TENIDO LA OPORTUNIDAD DE HACER PREGUNTAS. CONFIRMO QUE HE DADO MI CONSENTIMIENTO LIBREMENTE Y EN CASO DE NECESITAR MAS INFORMACIÓN ENTIENDO QUE PUEDO COMUNICARME CON EL INVESTIGADOR RESPONSABLE EN CUALQUIER MOMENTO.*

### C. Patentes (similares y existentes)

Color de tablas:

Verde- Patente relacionada a la estimulación sensorial.

Azul – Patente similar a la invención.

Naranja – Patente importante para el desarrollo y composición de la invención.

1	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	ES1069685U	España	01.05.2009	Pato González, José Manuel
Nombre: Dispositivo de seguridad vial. – Modelo de utilidad				
Descripción: Dispositivo de seguridad vial para evitar atropellos de peatones que consiste en un cajón metálico con tres bolardos o pilonas en su interior, introducido en el subsuelo del carril derecho en sentido de la circulación antes del paso de peatones, que se elevan y escamotean por un impulso electro-hidráulico. El dispositivo está conectado electrónicamente con el semáforo, al cambio de color se activan o desactiva la seguridad: durante el tiempo que el semáforo permanezca en rojo para los vehículos y recogándose cuando se ponga en verde.				

2	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	US 6,356,210 B1	USA	Mar. 12, 2002	Christ G. Ellis
Nombre: MECANISMO DE SEGURIDAD PORTÁTIL CON ENTRADA DE VOZ Y SALIDA DE VOZ				
Descripción: dispositivo de seguridad localizado en un bastón donde incluye un procesador, un transmisor, un receptor y un sensor o escáner de imagen exterior. El autor lo clasifica como un dispositivo de advertencia audible o con luz. La patente es de relevancia porque maneja estructuras funcionales de la interacción de los dispositivos electrónicos y la descripción de factores externos de riesgo para el peatón.				

3	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	ES2354813B1	ESPAÑA	30.01.2012	Escuin Quintana, Joaquin Y Valles Abenoza, Ruben
Nombre: SISTEMA DE AVISO DE APROXIMACIÓN ENTRE VEHÍCULOS				
Descripción: dispositivo instalado en motocicleta con un sistema de aproximación de vehículos, que contiene un equipo emisor y uno receptor. La patente es de relevancia porque avisa al conductor la distancia de aproximación del vehículo y se utiliza en cualquier punto de la red carretera. Incluye descripción del tipo de señal que utiliza y cómo interactúan el emisor y el receptor del dispositivo.				

No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
US 8402,568 B2	USA	Mar. 26, 2013	Terese Alstin, Malmö (SE); Anna Haupt, Malmö (SE)
<p>Nombre: SYSTEMAND METHOD FOR PROTECTING ABODYPART</p> <p>Descripción: Dispositivo de seguridad para proteger al usuario en caso de un movimiento anormal como una colisión, es un collar que en su interior contiene un inflable que al activarse libera un casco (bolsa de aire) que cubre la cabeza.</p> <p>La patente es de relevancia porque contiene un sistema de reacción contra tiempo cuando del objeto al percibir un movimiento anormal los sensores se activan aproximadamente 100 ms, también incluye sensores que evitan la inflamación "falsa".</p>			

5	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	hal-00992759	Michigan, United States	19 May 2014	José Javier Anaya, Pierre Merdrignac, Oyunchimeg Shagdar, Fawzi Nashashibi, José E. Naranjo
<p>Nombre: Vehicle to Pedestrian Communications for Protection of Vulnerable road Users</p> <p>Descripción: El texto describe la relación de los sistemas inalámbricos con la comunicación de la seguridad vial entre peatones y vehículos.</p> <p>La patente es de relevancia porque <i>"las colisiones entre los vehículos y los peatones pueden evitarse en gran medida permitir a los vehículos transmitir periódicamente información sobre su posición, velocidad, dirección de movimiento, etc."</i></p>				

6	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	ES2462868A1	España	20.01.2015	NADAL LATORRE, Iván, Sant Nicolau, GENSANA CLAUS, Carla, GONZÁLEZ NAVARRO, Irene y TUXANS PAJARES, Víctor
<p>Nombre: Sistema de seguridad vial para peatones con discapacidades sensoriales y/o físicas</p> <p>Descripción: Desarrollo de un sistema enfocado a personas con discapacidades sensoriales y/o físicas en materia de infraestructura.</p> <p>La patente es de relevancia porque "el funcionamiento del sistema comprende un sensor emisor ,un sensor magnético de activación y un módulo receptor vibrador, vinculado a unas luces de señalización viaria mediante señales de radiofrecuencia, Bluetooth o cualquier otra tecnología de conexión inalámbrica, siendo las luces las propias de un semáforo o LED implantados en el pavimento de la calzada, en paralelo a una o ambas bandas señalizadoras del paso de peatones y estando el sensor emisor implantado en el semáforo o en el pavimento próximo a las luces y el módulo receptor vibrador vinculado al bastón auxiliar o un objeto portado por la persona discapacitada."</p>				

7	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	2 703 146 ES2347407B1	España	07.07.2011	Susana López de la Nava San Martín del pino, Portal, Bajo Izqda, Jesús Miguel Pérez Llano
Nombre: Aparato y método de guía para personas ciegas o sordo ciegas				
Descripción: aparato para personas ciegas o sordas con el que es posible mostrarle el entorno sin la necesidad de un bastón u otro objeto que deba sujetar para el escaneo constante de las superficies y la detección de obstáculos y se lleva en partes del cuerpo como brazo y pierna, el ejemplo que maneja es el de un bebé.				
La patente es de relevancia porque el objeto está en contacto con la piel y <b>enviara impulsos o vibraciones de micro motores</b> , con una determinada intensidad o frecuencia dependiendo de la distancia del objeto con respecto a la ubicación del usuario, el objeto puede ser usado desde bebes hasta adultos, además de contener referencias de patentes con el uso de infrarrojo.				

8	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	ES2401252A2	España	18.04.2013	INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA
Nombre: Bastón virtual para auxilio a personas ciegas				
Descripción: Bastón que ayuda a la percepción de objetos y detección de obstáculos con reproducción de sonidos, percepción y emisión de colores				
La patente es de relevancia porque el bastón tiene la capacidad de detectar <i>“obstáculos a través de <b>ultra sonidos, un sensor de colores</b> (18), un reloj (69) con calendario y alarmas configurables, un sistema de sensor de luz (30) y leds (33) para señalización de presencia del usuario (72) en ambientes oscuros y un lector de audio (67)”</i>				

9	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	US10182959B2	Estados Unidos	2019-01-22	<a href="#">CUAUTHLI PADILLA ARIAS</a> , MARCO TRUJILLO
Nombre: DISPOSITIVO DE DETECCIÓN ESPACIAL				
Descripción: Pulsera de detección espacial para mejorar la capacidad de movimiento del usuario, es portátil y esta al contacto directo de la muñeca del usuario con discapacidad visual				
La patente es de relevancia por el uso de un transductor ultrasónico, con ángulos de inclinación con respecto al objeto, además de ser pequeño y en la descripción cuenta con re indicaciones con forme a voltaje, interferencias con respecto a otros objetos similares, la relación entre posición y movimiento. El uso y distancias por un sensor ultrasónico.				

10	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	CN104808209A	China	2015-07-29	Yijia Digital Technology (Shenzhen) Co., Ltd.
<p>Nombre: Método y dispositivo para detectar obstáculos.</p> <p>Descripción: bastón que ayuda a la percepción de objetos y detección de obstáculos con reproducción de sonidos, percepción y emisión de colores</p> <p>La patente es de relevancia porque por medio de la ubicación de la distancia del obstáculo dará a los usuarios una alerta temprana, uso de sensores ultrasónicos comunicado con un sensor visual que transmite la imagen, determinando la altura del objeto:</p> <p>Cito: "La velocidad de propagación de la señal ultrasónica de acuerdo con la longitud visual y el tiempo de temporización T, determinando la ubicación del obstáculo, la posición de la distancia determina el estado de ejecución del obstáculo y de acuerdo a la imagen del obstáculo, determina el volumen de 3 obstáculos, el numero natural es mayor o igual que el nivel del método."</p>				

11	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	CN107168539A	China	2017-09-15	Tecnología electrónica Letv Zhixin(Tianjin) Co., Ltd.
<p>Nombre: Un tipo de método de despertar de equipos, dispositivos y equipos electrónicos.</p> <p>Descripción: Metodología de la relación entre activación de dispositivos y un transductor de proximidad manejando parámetros de detección del desplazamiento del equipo, la dirección y los parámetros de distancia que existen entre ellos.</p> <p>La patente es de relevancia por el manejo de 2 parámetros necesarios para la investigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>4 Desplazamiento de un dispositivo.</li> <li>5 La distancia entre el dispositivo y la proximidad.</li> </ul> <p>Concluyendo si los dos parámetros cumplen una primera condición se activa o "despierta" el aparato electrónico.</p>				

12	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	US7855657B2	Estados Unidos	2010-12-21	Günter Doemens, Peter Mengel, Wolfgang Stark
<p>Nombre: Dispositivo para comunicar información ambiental a una persona con discapacidad visual</p> <p>Descripción: Apoyo a una persona ciega para su movilidad a través de un dispositivo que se coloca en la parte superior de la cabeza, el ejemplo que plantean es un casco.</p> <p>La patente es de relevancia por el uso de una matriz táctil integrada a una barra guía, además de la medición a distancia es con base al tránsito de luz, integra componente de como: optoelectrónica y envía las señales vía acústica</p>				

13	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	BE1019221A5	Bélgica	2012-04-03	Sarlet Steven, Gevers, Diegen
<p>Nombre: Sistema de advertencia electrónica para prevenir accidentes de ángulo muerto.</p> <p>Descripción: sistema de advertencia electrónica para prevenir accidentes en un punto ciego, donde el conductor y el usuario del sector vulnerable tiene un lector electrónico que les anuncia la presencia del otro, el conductor recibe una señal de alerta por medio de un sonido de campana de una bici eléctrica</p> <p>La patente es de relevancia por la comunicación que existe entre el conductor y el ciclista, el conductor o el ciclista podrán desistir de la alerta presionando un botón, el sistema se lleva a cabo transmisores (señal de RF o radio frecuencia), tiene un segundo medio de advertencia el ciclista, que es la emisión de una luz al conductor. El dispositivo tiene un sistema de luz, audio , vibración o puede crear más de una combinación de todos.</p>				

14	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor----- <b>IMPORTANTE</b>
	CA2697997C	Canadá	18/08/2015	Jocelyn Faubert, Rafael Doti, Jesús-Eduardo Lugo-Arce
<p>Nombre: Método y sistema para mejorar los mecanismos sensoriales, reflejos y / o motores de un sujeto a través de estimulaciones auditivas, táctiles o visuales.</p> <p>Descripción: método o sistema para mejorar la sensibilidad de un primer mecanismo sensorial, reflejo y/o motor del sujeto estimulado por un segundo mecanismo</p> <p>La patente es de relevancia porque el sistema propuesto es capaz de generar impulsos a sensoriales al usuario para estimular un sentido en específico, de esta forma mejora el rendimiento humano de audición, visual y táctil. <b>“Ruido Gaussiano”</b></p> <p><b>Usa parámetros, umbral, ruido y subliminal información</b></p>				

15	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	ES1068282U	España	2018-04-18	Jose Gomez Vieites Angel Picon Calvo
<p>Nombre: Dispositivo de seguridad vial para ciclistas y peatones.</p> <p>Descripción: Dispositivo para prevenir a ciclistas, personas con movilidad reducida y peatones para transitar o practicar algún deporte.</p> <p>La patente es de relevancia por consiste en dos aparatos, un receptor y un emisor que emitirá señales acústicas y luminosas que tendrá un alcance de 150 a 200 m utilizando una frecuencia alta y segura con una batería de 12v.</p>				

16	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	ES2379470T3	España	2012-04-26	Frank Mack
<p>Nombre: Método para la detección de un desplazamiento para un dispositivo de seguridad para peatones</p> <p>Descripción: <i>“con la presente invención, se indica como un desplazamiento la distancia de un punto de impacto de un objeto en relación con un eje medio de un vehículo a motor”</i></p> <p>La patente es de relevancia por realizar una medida de solución activa empleando principios de sensores de aceleración, presión, impacto, piezoeléctricos y sensores ópticos. La ventaja del proyecto es una detección de desplazamiento fiable pero con relación con un vehículo.</p>				

17	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	ES2422505B1	ESPAÑA	2014-07-07	Jesús VALVERDE FERNÁNDEZ
<p>Nombre: Señalización horizontal activa y luminosa para seguridad vial y pasos peatonales.</p> <p>Descripción: intervención de las vías públicas generando un sistema eficaz para señalar situaciones críticas en favor de los peatones, llamando la atención de los conductores por medio de señales luminosas.</p> <p>La patente es de relevancia por ser una acción complementaria de los pasos peatonales, y al utilizar medios luminosos encendidos automáticamente por botón como sensores de presencia, células fotoeléctricas, encendiendo de color llamativo e intermitente sin daños a los conductores que afirma dicha patente mantienen mayor mente su atención visual hacia el frente, el horizonte y el suelo.</p>				

18	No. De registro	País	Año de publicación	Autor
	ES2492492t3	España	21.05.2014	Klaus David & Alexander Flach
<p>Nombre: sistema anticolidión para uso de vehículos automotores equipados con un sistema de comunicaciones entre vehículos, de modo que, si un vehículo se acerca demasiado o se mueve demasiado rápido, se activa una advertencia en los dos vehículos involucrados.</p> <p>Descripción: sistema de sensores entre vehículos y peatones para detectar proximidades críticas “el dispositivo de evaluación determina a través de dicho historial de evaluación una estimación para una futura posición del otro usuario de la vía pública. Mientras que, según el estado de la técnica mencionado al inicio, un emisor asignado al peatón o al ciclista debe tener conocimiento de la información transmitida”.</p> <p>La patente es de relevancia por los sensores de aceleración que permite una conclusión acerca si el otro usuario cambia su velocidad o cambia su dirección de movimiento influyendo directamente en el riesgo de colisión, emite una posición estimada del otro usuario de la vía pública y una futura posición.</p>				

19	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor-----	<b>IMPORTANTE</b>
	ES 2 663 141 A1	España	11.04.2018	PEDROCHE PALOMAR, Antonio	
<p>Nombre: Dispositivo de Seguridad Vial</p> <p>Descripción: dispositivo que se pretende implantar en vehículos, bicicletas y corredores/peatones con la finalidad de generar una red de comunicación por medio de radiofrecuencias para advertir la presencia de otro dispositivo acercándose.</p> <p>La patente es de relevancia por ser un objeto que pueden portar los usuarios del sector vulnerable, cuenta con una carcasa, un microprocesador asociado a un módulo de radio con una antena que cuenta con un firmware de identificación vía radio, a su vez el microprocesador estará relacionado con medios luminoso y/o acústicos, alimentado de una batería recargable.</p>					

20	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	ES 2 684 379 T3	España	23.09.2004	HARRY, JASON, D.; COLLINS, JAMES, J.; NIEMI, JAMES, B.; PRIPLATA, ATTILA, A. y KLESHINSKI, STEPHEN, J.
<p>Nombre: Aparato para mejorar el equilibrio y la marcha en humanos y prevenir lesiones en los pies</p> <p>Descripción: aparato que emite vibraciones para la estimulación neurológica del pie y tobillo.</p> <p>La patente es de relevancia por la relación de las vibraciones a través de una parte del cuerpo sensible desarrollando y observado que la función de las células sensoriales en el sistema nervioso humano se puede mejorar introduciendo una señal de ruido en la célula sensorial, para disminuir eficazmente el umbral de esta.</p>				

21	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	KR100982966B1	Corea del Sur	2010-09-17	Yoon Cheol-Ju & Hyundai Aparment , Wolgye- Dongb, Nwon- Gu
<p>Nombre: Aparatos para la protección de peatones</p> <p>Descripción: Alarma instalada en la entrada de un cruce de peatones para alertar tanto a conductores como peatones enviando señales de alarma por medio de lámparas que iluminan de formas distintas según los peatones que se acerquen al cruce.</p> <p>La patente es de relevancia por anunciar al conductor por medio de emisión de luces el acercamiento de un peatón en el cruce peatonal.</p>				

22	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	US6411896B1	Estados Unidos	2002-06-25	David Shuman, Frank J. Kozak
<p>Nombre: Método y sistema para proporcionar advertencias a los conductores de vehículos sobre objetos de movimiento lento, rápido o estacionarios ubicados alrededor de los vehículos.</p> <p>Descripción: Sistema basado en datos geográficos que proporciona características relacionadas a la navegación, cálculo de rutas y orientación e la ruta, para vehículos motorizados y bicicletas, brinda datos sobre la ubicación de carriles, caminos para bicicletas y advertencias cuando un vehículo motorizado se acerca al carril.</p> <p>La patente es de relevancia por el sistema de navegación implementado para alertar al ciclista de aproximación tanto de carriles, rutas, vías de tránsito y coches que se aproximan.</p>				

23	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	CN101872068B	China	2012-10-03	T. A. Lado J. F. Szczeba D., Cui
<p>Nombre: Detección de peatones durante el día en la pantalla frontal del parabrisas completo</p> <p>Descripción: Pantalla localizada en el parabrisas que emite luz cuando detecta tráfico de peatones, sin interrumpir la visión del conductor, incluye monitoreo de ubicación y datos relacionados con la ubicación de los ojos del ocupante del vehículo.</p> <p>La patente es de relevancia por la luz emitida en el parabrisas a pesar de estar frente al conductor no distrae por completo la vista del mismo a través de una estructura de bits.</p>				

24	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor	<b>IMPORTANTE</b>
	GB2490905A	Reino Unido	2012-11-21	Dave Lacey & Shawn Nathan	
<p>Nombre: Alarma de proximidad para alertar a HGV o LGV de que se acerca un ciclista o una motocicleta</p> <p>Descripción: dispositivo de alarma con un sistema de notificación de proximidad por medio de unidades receptoras y emisoras de información, con una distancia de 1km con variación según la velocidad del objeto.</p> <p>La patente es de relevancia por la relevancia de tomar el factor velocidad en la localización del objeto <b>que se aproxima (uso de acelerómetros), la distancia de donde puede recibir la señal y el aviso visual en el aparato (verde, naranja y rojo; con distancias entre ellos para personas con daltonismo)</b></p>					

25	No. de registro	País	Año de Publicación	Autor-----	<b>IMPORTANTE</b>
	GB2508500A	Reino Unido	2014-06-04	Darren Ayling & Chris John	
<p>Nombre: Sistema de advertencia de peligro para proteger una bicicleta de un vehículo motorizado.</p> <p>Descripción: Objeto que recibe y emita una señal comunicando al usuario vulnerable una situación peligrosa que a su vez puede ser transmitida a un elemento de mobiliario urbano, las señales que emite el dispositivo es para aviso al conductor.</p> <p>La patente es de relevancia por la emisión periódica que puede mantenerse dependiendo la distancia del vehículo motorizado. El uso de una etiqueta RFID 21(pasiva) configurada para emitir una señal RF23.</p>					

26	No. de registro	País	Año de Publicación	Autor-----	<b>IMPORTANTE</b>
	GB2538614A	Reino Unido	2018-06-06	<a href="#">Atsu Valentine</a>	
<p>Nombre: Guante de ciclismo</p> <p>Descripción: guante de tela con luz integrada en la parte exterior de la mano (palma al dedo meñique).</p> <p>La patente es de relevancia por integración de un elemento esencial en el ciclista como lo es los guantes con iluminación que cuenta con receptor de señal, un transmisor y medios para proporcionar advertencia al usuario y advertir al conductor la presencia de un ciclista.</p>					

27	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor	
	JP4201155B2	Japón	2008-12-24	Templo Michihiro Kannon	
<p>Nombre: Dispositivo de alarma de distancia entre vehículos</p> <p>Descripción: Dispositivo para evitar colisiones traseras entre vehículos</p> <p>La patente es de relevancia por los sensores guiados por la distancia entre vehículos , al igualar un valor predeterminado en una constante de tiempo del movimiento del vehículo, se activa la alarma que se volverá constante ante la presencia de la distancia mínima entre automóviles, mostrando en una pantalla la distancia en la cual se activó la alarma.</p>					

28	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	JP2011106978A	Japón	2011-06-02	Yasuo Nakane & Isamu Tanaka
<p>Nombre: Aparatos para medidas de seguridad peatonal</p> <p>Descripción: Dispositivo creado para peatones, midiendo la distancia periódicamente entre el peatón y el ciclista.</p> <p>La patente es de relevancia por medir la distancia entre peatones y ciclistas por medio de transmisor y receptor infrarrojo. <i>“Comprende: un circuito para provocar la señal de alarma y un mecanismo de advertencia para emitir un sonido o luz intermitente en respuesta a la señal de advertencia.”</i></p>				

29	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	JP2014127069A	Japón	2014-07-07	Michiya Kato
<p>Nombre: Sistema para evitar accidentes en intersección y transmisor portátil</p> <p>Descripción: dispositivo para protección del peatón para prevención de un accidente en una intersección.</p> <p>La patente es de relevancia por ser un objeto portable en contacto directo con la piel del usuario o a un objeto cercano a él. El autor proponer llevarlo en el cuello y su sistema consiste en un sensor de aceleración que recibe la onda que es transmitida por un dispositivo localizado en el neumático del vehículo.</p>				

30	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	KR20130076657A	Corea del Sur	2013-09-27	Kyungho Son
<p>Nombre: Un guante para discapacitados auditivos</p> <p>Descripción: objeto que ayuda a las personas con discapacidad auditiva para la prevención de accidentes al transitar en las calles.</p> <p>La patente es de relevancia por el dispositivo se comunica con el usuario por medio de vibraciones, analiza el sonido externo y genera la señal de solicitud de vibración que indica el primer comunicado a parte de toda la mano.</p>				

31	No. registro	De País	Año de Publicación	Autor
	US6188957B 1	Estados Unidos	2001-02-13	Stephan V. Bechtolsheim, Lawrence M. Kaplan & Frank J. Kozak
<p>Nombre: Método y sistema para proporcionar información sobre bicicletas con un sistema de navegación.</p> <p>Descripción: A través de la ubicación de la bicicleta, el sistema proporciona características relacionadas con la navegación como son rutas, orientación de la ruta o carriles cercanos.</p> <p>La patente es de relevancia ya que le permite a los automóviles conocer la cantidad de tráfico de bicicletas, y al usuario, la mejor optimización y seguridad para su paso entre carriles especiales y los compartidos con vehículos motorizados.</p>				

32	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	US6469628B1	Estados Unidos	2018-03-23	James L. Richards, Larry W. Fullerton, Donald A. Kelly, David C. Meigs, Timothy T. Pago, James S. Finn, William J. Tucker & William D. Welch, Jr.
<p>Nombre: Sistema y método para utilizar la tecnología de radio de impulso en el campo agrícola.</p> <p>Descripción: Sistema de monitores para permitir que el agricultor rastree la posición de un objeto con exactitud.</p> <p>La patente es de relevancia por la detección de objetos que brinda el sistema, monitoreando los movimientos de los objetos cercanos y detectando los dispositivos de más equipos en función. Uso de banda ancha para la detección de objetos y comunicación bidireccional.</p>				

33	No. registro	De País	Año de Publicación	Autor
	US6731202B 1	Estados Unidos	2004-05-04	<a href="#">Duane Klaus</a>
<p>Nombre: Dispositivo de alerta de proximidad del vehículo</p> <p>Descripción: dispositivo que se coloca en la parte de atrás de la bicicleta para detectar la proximidad de automóviles.</p> <p>La patente es de relevancia por incluye un circuito detector con una antena transmisora y receptora, la alarma se comunica emitiendo un mensaje visual al vehículo con una velocidad entre aproximadamente de 3 veces por segundo y 5 veces por segundo. Uso de un temporizador, un circuito externo y circuito indicador capaces de transmitir las siguientes señales: señal de autocomprobación, señal de proximidad del vehículo, estado de la batería y velocidad del vehículo.</p>				

34	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	US7079024B2	Estados Unidos	2006-07-18	Ramón Alarcón
<p>Nombre: Sistema de alerta para la prevención de colisiones con riesgos de baja movilidad en carreteras móviles.</p> <p>Descripción: es un sistema anticolidión de vehículos, detectando unidades de baja visibilidad como bicicletas o peatones que están presentes en el tráfico de automóviles.</p> <p>La patente es de relevancia por el circuito de detección de movimiento, un microprocesador y modulador de radiofrecuencia; una unidad receptora que incluye un receptor de radiofrecuencia, un microprocesador y una salida.</p>				

35	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	US7148813B2	Estados Unidos	2004-09-23	<a href="#">Frederick T. Bauer</a>
<p>Nombre: Señal de tráfico emisora de luz con capacidad de detección de vehículos</p> <p>Descripción: mobiliario urbano utilizado como señal de tráfico iluminado que incluye capacidad de detección de vehículos.</p> <p>La patente es de relevancia por el uso de una unidad de control, un diplay que trabaja a la par de una alimentación eléctrica que suministra energía al sensor de detección y manda señales a través de luz.</p>				

36	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	US7362241B2	Estados Unidos	2008-04-22	Tomoki Kubota & Hideto Miyazaki
<p>Nombre: Aparato, método y programa de advertencia de proximidad del vehículo.</p> <p>Descripción: sistema que además de advertir al portador del dispositivo ante la aproximación de un vehículo, <i>“es capaz de informar de manera confiable a otros vehículos y peatones de la proximidad del vehículo del usuario.”</i></p> <p>La patente es de relevancia por utilizar ángulos de emisión, detectando en 1ra instancia la ubicación del vehículo y al usuario, recupera la información en un mapa y repite periódicamente los pasos para enfocar el punto de advertencia, así a medida que disminuye la distancia dirige el haz de luz.</p>				

37	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	US7755744B1	Estados Unidos	2010-07-13	Thomas Leberer
<p>Nombre: Sensor de entorno que transmite información sobre objetos en las proximidades del usuario con discapacidad visual</p> <p>Descripción: dispositivo que permite a las personas con discapacidad determinar información sobre los objetos en su vecindad.</p> <p>La patente es de relevancia por ser capaz de realizar una transferencia táctil en tiempo real de la información ambiental del usuario. Utiliza un electro – opto que genera una línea de luz que escanea los objetos y el dispositivo recibe la información de detección de retorno; también utiliza un sensor de línea tridimensional que tiene al menos 8 fotodiodos que recibe y transmite señales con respecto a la luz reflejada.</p>				

38	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	US8773281B2	Estados Unidos	2014-07-08	Ohanes D. Ghazarian
<p>Nombre: Sistema de prevención de colisión de vehículos de intersección</p> <p>Descripción: sistema equipado con un GPS para evitar las colisiones, proporcionando la ubicación del vehículo hasta la intersección</p> <p>La patente es de relevancia por el uso de un transceptor de radio frecuencia para recibir una pluralidad de luces de señal de tráfico que se ubica en la intersección. El procesador compara la información con el GPS, con la dirección de desplazamiento, la distancia del vehículo a la intersección, la velocidad y la información de la condición de luz de señal emitida.</p>				

39	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	US9370459B2	Estados Unidos	2016-06-21	Andrew Mahoney
<p>Nombre: Sistema y método para alertar a los usuarios con discapacidad visual de objetos cercanos.</p> <p>Descripción: dispositivo que ayuda al desplazamiento de las personas con discapacidad visual a través de una cámara de tiempo de vuelo, el aparato va montado en el cuello del usuario por un cordón.</p> <p>La patente es de relevancia por ser un objeto que a través del uso de una cámara de vuelo la unidad de procesamiento puede convertir las imágenes en señales para uso de uno o más controladores que activan los dispositivos vibro táctiles en respuesta a las señales recibidas.</p>				

40	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	US20040064230A1	Estados Unidos	14/12/2004	Tetsuya Takafuji & Yoshiyuki Hattori
	Nombre: Sistema de protección contra colisión de peatones y aparato de detección del lugar de colisión para uso en vehículos			
	Descripción: sistema con sensores de línea que coloca en una superficie delantera o trasera del vehículo			
	La patente es de relevancia porque el aparato detecta simultáneamente la colisión con el peatón y la posición del mismo con base en la corriente que fluye en las líneas.			

41	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	US20090033475A 1	Estados Unidos	2009-02-05	Zbigniew Zuziak & Bozena Lasota
	Nombre: Dispositivo de advertencia de bicicleta			
	Descripción: dispositivo de advertencia de aproximación tale como vehículos, otras bicicletas, patinadores o corredores.			
	La patente es de relevancia por es similar al producto de la presente investigación además del uso de transmisión de onda ultrasónica para determinar <i>“un primer valor de tiempo para el primer eco ultrasónico; determinar un segundo valor de tiempo para el segundo eco ultrasónico; comparar el segundo valor de tiempo con el primer valor de tiempo; y, advertir al ciclista si el valor del segundo tiempo es menor que el valor del primer tiempo.”</i>			

42	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	US20090085770A1	Estados Unidos	2010-10-12	John-Francis Mergen
	Nombre: sistemas, dispositivos y métodos para proporcionar tonos de alerta			
	Descripción: Es un sistema para proporcionar tonos de alerta a través de un dispositivo de comunicación personal como una terminal móvil. <i>“El conductor puede elegir y activar el sistema de comunicación del vehículo para hacer sonar el tono de alerta a través del dispositivo de salida al interactuar con un dispositivo de entrada, como un botón o un interruptor”.</i>			
	La patente es de relevancia por el acceso que tiene el conductor tiene la facilidad de activar o desactivar el sistema de alerta con el tono deseado.			

43	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	US20100194130A1	Estados Unidos	2011-07-12	Jesús Bartolomé Garcia, José Angel Zabalegui & Labarta
	Nombre: Dispositivo portátil de seguridad, entretenimiento y comunicación para bicicletas y método de control.			
	Descripción: dispositivo portátil que se coloca en el manillar donde se localiza una antena brindando funciones como señalización de posición e iluminación nocturna, bocina y además funciona como dispositivo de seguridad y comunicación.			
	La patente es de relevancia por las características de entretenimiento basadas en tecnología de radio frecuencia para poder conectarse y detectar otros dispositivos similares.			

44	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	US20100289663A1	Estados Unidos	2014-07-15	Vladimir Savchenko
	Nombre: Sistemas y métodos para simular movimiento con sonido.			
	Descripción: <i>“sistema de advertencia de movimiento para notificar a una entidad proximal el acercamiento de un vehículo que comprende un sistema de sensor, un dispositivo móvil de control y un sistema generador de señal.”</i>			
	La patente es de relevancia por los sensores que contiene, al emitir al menos una señal de alerta de forma auditiva que obtiene por medio de datos de movimiento con la velocidad y la aceleración del vehículo. Contiene un sensor laser y un sensor de campo magnético.			

45	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	US20130127638A1	Estados Unidos	2013-05-23	Cameron Harrison
	Nombre: Sistema de advertencia de proximidad ciclista			
	Descripción: dispositivos de prevención de accidentes de vehículos de motor.			
	La patente es de relevancia por el ajuste de proximidad al vehículo de forma dinámica en función de la velocidad de desplazamiento del ciclista y puede adaptarse a una motocicleta activándose y apagando el sistema al mismo tiempo que el encendido del motor.			

46	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	US20130220392A1	Estados Unidos	2014-12-30	Roger Gassert, Yeongmi Kim, Thierry Oggier, Markus Riesch, Mathias Deschler, Cornelia Prott, Stefan Beat Schneller, Vincent Hayward
	<p>Nombre: Bastón blanco con ayuda electrónica de viaje integrada con sensor 3D TOF</p> <p>Descripción: "ayuda electrónica de viaje (ETA) para personas ciegas y con discapacidad visual implementada en un mango desmontable de un bastón blanco".</p> <p>La patente es de relevancia por proporcionar información de los objetos obstáculo a la altura del tronco o la cabeza del usuario además de utilizar sensores que delimitan la cantidad de información que se transmite al usuario a través de la interfaz táctil. El artefacto puede usarse independientemente del bastón.</p>			

47	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	US20160104380A1	Estados Unidos	2019-03-19	Mark Maiolani, Ross McLuckie & Graham Daniel Troy
	<p>Nombre: Sistema de seguridad de ciclismo</p> <p>Descripción: Aparato ubicado en la parte trasera de la bicicleta para brindar seguridad al ciclista.</p> <p>La patente es de relevancia por comprender un procesador, sensor de movimiento, dispositivo de detector de amenazas y de alerta al usuario. El procesador está controlado por lo menos por alguno de los siguientes valores: Luz ambiente, posición, amenaza y movimiento.</p>			

48	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	US20140184384A1	Estados Unidos	2014-07-03	Zhigang Zhu, Tony Ro, Lei Ai, Wai Khoo, Edgardo Molina & Frank Palmer
	<p>Nombre: Asistencia de navegación para personas con discapacidad visual.</p> <p>Descripción: dispositivo de asistencia para movilidad de personas con discapacidad visual</p> <p>La patente es de relevancia por la detección de rango de distancia y accionamiento vibratorio, incluye una interfaz inalámbrica.</p>			

49	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	WO2011137477A1	OMPI(PCT )	2011-11-10	<a href="#">Cameron Harrison</a>
<p>Nombre: Sistema de alerta de proximidad ciclista</p> <p>Descripción: sistema para un conjunto de bicicletas o motocicletas que emite señales de acercamiento, también puede ser adaptado en automóviles.</p> <p>La patente es de relevancia por <i>“el rango de la señal de advertencia de proximidad se ajusta dinámicamente en función de la velocidad de desplazamiento del ciclista.”</i></p>				

50	No. De registro	País	Año de Publicación	Autor
	WO2012080799A1	OMPI(PCT )	2012-06-21	<a href="#">Nolan Van Heerden</a>
<p>Nombre: Sistema y método de alerta temprana de colisión</p> <p>Descripción: sistema de advertencia para detectar y poder advertir a los usuarios como ciclistas y peatones, de riesgo que se aproxima desde una dirección que no se encuentra en el campo de visión normal del usuario de la carretera.</p> <p>La patente es de relevancia por calcular el nivel de amenaza que se aproxima al usuario que está influido por un sensor que detecta la velocidad y la dirección de movimiento. Por medio de una luz estroboscópica el dispositivo muestra el nivel de amenaza configurada para parpadear a velocidades variables proporcionales, además de producir una alerta de socorro en caso de que se lleve a cabo la colisión.</p>				

**D. Cuestionario de percepción:**

1. Edad
  - (a) 20 a 25 años
  - (b) 25 a 30 años
  - (c) 30 a 35 años
  - (d) 35 a 40 años
2. Genero
  - (a) H
  - (b) M
3. Horas de sueño
  - (a) Menos de 4 horas
  - (b) 4 a 6 horas
  - (c) 6 a 8 horas
  - (d) más de 8 horas
4. Ultima vez que ingeriste alcohol.
  - (a) Ayer
  - (b) Más de 3 días
  - (c) Más de 1 semana
5. ¿Qué tan amigable sientes el dispositivo?
  - (a) Nada satisfecho
  - (b) Poco satisfecho
  - (c) Neutral
  - (d) Muy satisfecho
  - (e) Totalmente satisfecho

6. ¿Qué tan perceptible es la luz que emite el dispositivo localizado en el manubrio?
  - (a) Imperceptible
  - (b) Poco notable
  - (c) Notable
  - (d) Muy visible
  - (e) Molesto a la vista
7. ¿Qué tan perceptible es el sonido que emite el dispositivo localizado en el manubrio?
  - (a) Imperceptible
  - (b) Poco notable
  - (c) Notable
  - (d) Muy alto
  - (e) Molesto o incomodo
8. ¿Fue sencillo identificar la relación entre el color y la función de la alarma?
  - (a) Nada entendible
  - (b) Poco entendible
  - (c) Neutral
  - (d) Fácil
  - (e) Entendible
9. Consideras que mediante el uso del dispositivo ¿mejoraste tu tiempo de reacción ante una eventualidad?
  - (a) Fue un distractor
  - (b) Aumento mi tiempo de reacción
  - (c) Nada
  - (d) Disminuyó parcialmente
  - (e) Disminuyó considerablemente

10. Comenta alguna sugerencia.