

DISEÑO DE UN DISPOSITIVO DE ASISTENCIA VIAL CON POSIBILIDADES DE
MONITOREO DE VARIABLES AMBIENTALES

JORGE ANDRÉS CARREÑO PÉREZ

LUZ MARLLY EUGENIO GIRALDO

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA CATÓLICA LUMEN GENTIUM

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

SANTIAGO DE CALI

2021

DISEÑO DE UN DISPOSITIVO DE ASISTENCIA VIAL CON POSIBILIDADES DE
MONITOREO DE VARIABLES AMBIENTALES

JORGE ANDRÉS CARREÑO PÉREZ

LUZ MARLLY EUGENIO GIRALDO

Proyecto presentado para optar al título de Ingeniero Industrial

Director de trabajo de investigación

Carlos William Sánchez

Doctor en Ciencias Físicas

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA CATÓLICA LUMEN GENTIUM

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

SANTIAGO DE CALI

2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del jurado

Firma del jurado

Cali, 15 de noviembre de 2021

DEDICATORIA

De manera especial a Dios quien nos cruzó en nuestros caminos dando vida a este gran proyecto.

De manera especial dedico este proyecto a tres mujeres que a lo largo de mi vida me han forjado a ser mejor persona. A mi madre Luz Marina Giraldo Espinosa que ha sido la persona que ha fundamentado los cimientos para la construcción de mi vida profesional, sentando en mí la base fundamental de superación, a través de su ejemplo, admirándola por sus sacrificios y esfuerzos. A mi tía Mercedes Giraldo Espinosa por demostrarme que con disciplina y constancia se logran grandes cosas. A mi abuela Mercedes Espinosa por su bendición a diario que a lo largo de mi vida me protege, guiándome por el camino del bien.

Dedico este proyecto a mi padre Jorge Luis Carreño Sarmiento quien durante su tiempo en vida fortaleció en mí unas bases fuertes para aspirar ser una persona útil para la sociedad, a mi madre Carolina Pérez Celis que quien sin importar su dureza me demostró los sacrificios que está dispuesta hacer por mi bienestar. A mi hermana Paula Katherine Carreño Pérez por su constante interés en mis proyectos. A mi abuelo José Alejandro Pérez por ser una motivación y un ejemplo de que el estudio no hace mejor a la persona sino la vocación de servir.

A mí, por mi ambición, por mis ganas de salir adelante, por mi deseo de demostrarme que siempre puedo mejorar sin importar lo que vean los demás.

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia a mi papá Jorge Luis Carreño, por ser mi motivación, mi meta y mi inspiración; que durante su vida siempre pensó en pro de mi educación. A mi madre que siempre me cuidó.

A mi padre Tomás Eugenio Galvis por enseñarme siempre ayudar a los demás sin esperar nada a cambio.

A mis hermanos Diego A. Eugenio Giraldo y Edison F. Eugenio Giraldo por compartirme sus experiencias, previéndome de los errores que puedo cometer en la vida.

A Carlo S. Becerra por su ayuda oportuna.

A nuestro director de proyecto Carlos William Sánchez por su paciencia y consejo que durante el desarrollo de este proyecto fueron vitales para su terminación.

Y a cada uno de los docentes del plantel por estar dispuestos a resolver cada una de nuestras inquietudes, en especial a los del semillero MeFAI.

A mi pareja por apoyarme durante el desarrollo de este proyecto, por enseñarme cuánta paciencia le puedo tener a una persona, por enseñarme que se podía lograr sin importar las veces que quería abandonar.

CONTENIDO

1	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.2	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.3	SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
2	OBJETIVOS	17
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3	JUSTIFICACIÓN	18
3.1	ALCANCES	19
3.2	LIMITACIONES	19
3.3	IMPACTOS.....	19
4	ESTADO DEL ARTE	21
4.1	SISTEMA DE ENERGÍA HÍBRIDA SOLAR Y EÓLICA PARA ALUMBRADO PÚBLICO.....	21
4.2	DISEÑO Y DESARROLLO DE UN AEROGENERADOR CON EJE VERTICAL.....	22
5	MARCOS REFERENCIALES	23
5.1	MARCO CONTEXTUAL	23
5.1.1	Características generales del Valle del Cauca	23
5.1.2	Posición geográfica del Valle del Cauca	23
5.1.3	Límites geográficos	23
5.1.4	Extensión territorial	23
5.1.5	Caracterización social del departamento aspectos demográficos	24

5.1.6	Red Vial del Valle del Cauca	24
5.2	MARCO TEÓRICO	24
5.2.1	Seguridad Vial	25
5.2.2	Accidente vial	25
5.2.3	Monitoreo ambiental	25
5.2.4	Fuentes de energía	25
5.2.4.1	Energías renovables	26
5.2.4.2	Energía Solar	26
5.2.4.3	Energía Eólica	26
5.3	MARCO CONCEPTUAL	27
5.4	MARCO LEGAL	31
6	METODOLOGÍA	33
6.1	TIPO DE ESTUDIO	33
6.2	ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	33
6.3	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	34
6.3.1	Metodología por fases	34
6.3.2	Metodología de desarrollo evolutivo	35
6.4	HERRAMIENTAS	36
7	RESULTADOS	38
7.1	DISPOSITIVOS DE LA GESTIÓN Y SEÑALIZACIÓN VIAL	38
7.1.1	Indicadores de alineamiento de la vía	38
7.1.2	Marcadores de obstáculos	41
7.1.3	Segregadores y limitadores de flujo	41

7.2	DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS, CARACTERÍSTICAS Y VARIABLES.....	42
7.2.1	Requerimientos comunes	43
7.2.2	Características adicionales	43
7.3	EVALUACIÓN DE DISPOSITIVOS	44
7.4	ANÁLISIS DE RESULTADOS	46
7.5	INTENCIONES CON EL DISPOSITIVO	47
7.6	DISEÑO DEL PROTOTIPO	47
7.7	MONITOREO AMBIENTAL	51
7.8	FUNCIONAMIENTO	55
8	CONCLUSIONES	57
9	REFERENCIAS	59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos y características del dispositivo vial.....	43
Tabla 2. Comparativa de dispositivos	46

TABLA DE FIGURAS

Figura 1 Metodología por fases	34
Figura 2 Metodología de desarrollo evolutivo	36
Figura 3 Objetivos de Desarrollo Sostenible	47
Figura 4 Primer prototipo	48
Figura 6 Tercer prototipo	49
Figura 5 Segundo prototipo	49
Figura 7 Diseño final de dispositivo autosostenible de asistencia vial y ambiental	50
Figura 8 Lista de piezas.....	51
Figura 9 Arduino UNO	52
Figura 11 Sensor MQ135.....	53
Figura 10 Sensor DTH11	53
Figura 12 Construcción casera del circuito empleado para el funcionamiento de los sensores	54
Figura 13 Diagrama eléctrico del dispositivo	55
Figura 14 Funcionamiento del dispositivo.....	55

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A.....	64
ANEXO B.....	65
ANEXO C.....	66
ANEXO D.....	67

INTRODUCCIÓN

Esta investigación buscó brindar una alternativa autosostenible a una de las principales causas de accidentes de tránsito en el Valle del Cauca, la gestión vial. En Santiago de Cali, los accidentes de tránsito son la segunda causa de muerte violenta más común según un informe de medicina legal. En la actualidad, los accidentes viales están ligados al terreno, los errores humanos, mecánicos y a la gestión vial, generando en el departamento del Valle una tasa de decesos en la zona urbana del 60% y en la rural del 50% [1].

Además, otro problema presente en la ciudad, es el incremento de la contaminación del aire, lo cual involucra diversos factores como el aumento del parque automotor, la contaminación industrial y la deforestación, para mitigar esta problemática es necesario medir el estado de las variables ambientales locales de manera que se puedan tomar medidas que faciliten la reacción de los entes gubernamentales ante el ascenso de variables dañinas para la salud del ser humano.

Es por esto que se buscó dar respuesta a la posibilidad de desarrollar un dispositivo autosostenible, como estrategia para contribuir a la mejora de la seguridad vial y el monitoreo de algunas variables ambientales. En este trabajo se investigaron las circunstancias y la posibilidad de que con los recursos disponibles en el país se pueda desarrollar tal dispositivo a la vez que se evalúa la viabilidad de esta implementación enfocada en la parte técnica.

Para dar respuesta a este cuestionamiento se comenzó con el planteamiento de los requerimientos del dispositivo, con el que se buscaba mitigar la problemática expuesta. Una vez definidos los requerimientos se realizó la selección de los posibles dispositivos de seguridad vial que más se adaptaban a las necesidades planteadas, para esto se llevó a cabo un análisis de los aspectos técnicos del dispositivo, los cuales a la vez brindan las bases para por último desarrollar el diseño del prototipo.

Este trabajo de grado se ha estructurado de la siguiente manera, primero se abordó el problema de investigación planteado que nos permitió definir objetivos acordes a los cuestionamientos planteados. Para continuar el documento nos muestra la argumentación que permite justificar el desarrollo de este trabajo. Como es fundamental basarse en el trabajo previo de otros investigadores después de la justificación el lector encontrará el estado del arte correspondiente que permitió la estructuración de este trabajo de grado en modalidad investigación. A continuación, encontrará los marcos en los cuales se desarrolló el estudio planteado, es decir, se establecen límites normativos en general que soportan este desarrollo. Hacia el Capítulo 6 de este trabajo se encontrará una descripción de la metodología de enfoque mixto implementada, estableciendo fases para el correcto desarrollo de las actividades y empleando la metodología de desarrollo evolutivo para el diseño del dispositivo. En el Capítulo 7, podemos encontrar los requerimientos, la selección del dispositivo y la propuesta de diseño. Al final del documento el lector encontrará las conclusiones que se desprenden de este trabajo y que permiten afirmar que es posible esta implementación con los recursos disponibles a nivel nacional.

1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para la presente investigación y de acuerdo a la Ley 769 del 2002 en Colombia un “accidente de tránsito es todo evento generalmente involuntario, generado al menos por un vehículo en movimiento, que causa daños a personas y bienes involucrados en él que igualmente afecta la normal circulación de los vehículos que se movilizan por la vía o vías comprendidas en el lugar o dentro de la zona de influencia del hecho.” [2]

El Valle del Cauca es un departamento del suroeste de Colombia con una población de 3,789 millones de personas al 2018 [3], su capital Santiago de Cali es reconocida por ser un centro para la música y el baile de la Salsa, por otro lado, gracias a un informe de Medicina Legal del 2019 se determina que es la segunda ciudad de Colombia con mayor tasa de mortalidad por accidentes de tránsito en el área urbana en ese año [4].

La seguridad en el tránsito depende del equilibrio en el que se encuentren tres componentes, el conductor (factor humano), el vehículo y las vías [5]. Es por ello que resulta importante mantener el equilibrio entre estas, en Colombia, la balanza se inclina en dos de los tres componentes, el factor humano y las vías, esta investigación se centró en la gestión vial.

Las vías son un elemento activo a la hora de un accidente es por eso que al no haber una correcta gestión de este componente por parte de los entes gubernamentales pasa a ser una causa de peso que impacta en la mortalidad de un accidente de tránsito.

Si bien el gobierno conoce la situación, las acciones que se toman para disminuir los accidentes generados por la gestión vial no son suficientes, es por eso que de continuar esta situación el índice de muertos por accidentes viales tenderá en el

mejor de los casos a mantenerse o según lo esperado a aumentar. Y con esto las demandas administrativas contra el estado.

En busca de mitigar esta problemática se han desarrollado múltiples alternativas [6], es por ello que, para aportar una solución diferente a una causa distinta, se buscó un dispositivo de la gestión vial que permitiera.

1. La integración de fuentes de energía limpias y renovables como la energía eólica y solar, garantizando la sustentabilidad del dispositivo.
2. Integrar en él un sistema de luces, que se encienda automáticamente en horas de la noche.

Por otra parte existe un problema medio ambiental creciente suscitado por el aumento en el parque automotor que rueda actualmente en las vías colombianas, donde, existen vehículos muy viejos y/o en mal estado circulando en las vías, como consecuencia, la contaminación del aire aumenta a niveles dañinos para la salud tal como informan los canales de noticias como Caracol radio, en un artículo publicado el 17 de febrero de 2020, en el que indica que el índice de calidad del aire presenta altos grados de contaminación en la zona sur de la ciudad de Cali según un reporte del ente responsable del monitoreo del medio ambiente en la ciudad [7]. Este evento levantó una alarma general en la comunidad que no había experimentado antes una alerta de este tipo, lo cual debe tenerse en cuenta como un llamado de atención a las regulaciones en la circulación del parque automotor.

Este problema creciente demanda un monitoreo local más riguroso que permita tener una evaluación global de la calidad del aire en la ciudad.

Las variables ambientales que se requieren monitorear con él dispositivo propuesto de manera que se contribuya con un diagnóstico de la calidad del aire son:

- Dióxido de carbono (CO₂)
- Monóxido de carbono (CO)
- Temperatura (°C)
- Humedad relativa (HR)

El desarrollo de este trabajo de grado plantea la posibilidad de tener micro estaciones de monitoreo de la calidad del aire en la ciudad o en la zona urbana, a bajo costo de implementación y operación, esto facilita tener información en tiempo real que ayude a entidades estatales a tomar decisiones sobre la calidad del aire, el tránsito y/o la circulación de personas.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Un análisis de la problemática planteada condujo a la formulación de la siguiente pregunta problema:

¿Cómo podemos diseñar un dispositivo autosostenible como estrategia para contribuir a la mejora de la seguridad vial y monitoreo ambiental?

1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

Para dar solución a la pregunta problema formulada se establecieron las siguientes preguntas sistematizadoras:

- ¿Qué dispositivos de la gestión vial pueden adaptarse a nuestros requerimientos?
- ¿De qué forma podemos evaluar los aspectos técnicos de dichos dispositivos?
- ¿Cómo diseñar un dispositivo de forma que se adapte a nuestros requerimientos?
- ¿Cómo podemos contribuir al monitoreo de variables ambientales a través del dispositivo?

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un dispositivo autosostenible que contribuya a mejorar la seguridad vial y el monitoreo ambiental.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar qué elementos de la gestión vial se pueden integrar en un dispositivo de manera que ayude a mitigar la problemática.
- Evaluar los aspectos técnicos de los dispositivos.
- Ajustar los requerimientos de diseño al prototipo establecido para el dispositivo.
- Diseñar un dispositivo autosostenible que contribuya al monitoreo de variables ambientales y que constituya un elemento de seguridad vial inteligente.

3 JUSTIFICACIÓN

Con el objeto de reafirmar la elaboración de este proyecto, se tomó en cuenta el aumento de dos variables que son de importancia para la investigación a la cuales se busca contribuir para su disminución.

- La tasa de mortalidad.
- El aumento del índice de calidad del aire (ICA).

En primer lugar y siendo la principal razón, la tasa de mortalidad causa de accidentes de tránsito es una variable que con los últimos años ha ido aumentando en toda Colombia y es que las cifras de muertos se han ido elevando pasando de 6,494 decesos en el 2018 a 6,690 decesos en el 2019, presentando un incremento del 3.02%, un valor muy alto cuando son personas las que están muriendo [4].

Por otro lado, la segunda variable de estudio es el aumento del índice de calidad del aire. El índice de calidad del aire (ICA) es un indicador de la contaminación del aire, el ICA corresponde a una escala numérica a la cual se le asigna un color, el cual a su vez tiene una relación con los efectos a la salud [8], así pues, en Cali este indicador ha presentado un aumento del 40.2% solo en el transcurso de tiempo de diciembre del 2019 a enero del 2020.

Dentro de las causas directas y más influyentes del aumento la contaminación es el aumento del parque automotor, esta se relaciona al aumento en la cantidad de vehículos en circulación dentro de una ciudad o departamento, y es que según cifras del RUNT el parque automotor se incrementó un 6.34% desde el 2018 hasta enero de 2020 [9], pero por otro lado están las causas indirectas, en las que se encuentra nuestro objeto de estudio, el monitoreo de variables ambientales es una causa importante para la prevención de problemas de salud debido a que “según cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS), una de cada ocho muertes ocurridas a nivel mundial, es ocasionada por la contaminación del aire. A nivel nacional, el Departamento Nacional de Planeación estimó que, durante el año 2015, los efectos de este fenómeno estuvieron asociados a 10,527 muertes y 67.8 millones de

síntomas y enfermedades” [10], sin embargo dentro de las limitaciones que existen la más significativa es que “un Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (SVCA) es una iniciativa que demanda gran cantidad de compromisos y costos, por lo tanto la inversión de capital y de operación, es el factor que en la práctica más limita su diseño” [11].

3.1 ALCANCES

- La presente investigación busca proporcionar el diseño del prototipo que contribuirá a disminuir los accidentes viales.
- La investigación abarca únicamente una aplicación sobre las vías municipales e intermunicipales de Colombia, por tal motivo solo se tienen en cuenta los reglamentos nacionales.

3.2 LIMITACIONES

- Debido a las limitaciones planteadas por la epidemia de COVID 19 que se presentó durante el 2020 y 2021 que evitó la presencialidad y por tanto el trabajo colaborativo con docentes no fue posible, esto limitó el desarrollo del trabajo a solo la etapa de diseño.

3.3 IMPACTOS

Por tales motivos se espera que el dispositivo impacte social, ambiental y económicamente de la siguiente forma:

Impactos Sociales

- Contribuir a la mejora de la visibilidad vial en algunas vías con poca luminosidad del departamento.
- Contribuir a la concientización de problemas ambientales en la región.

Impactos Ambientales

- Dispositivo autónomo que genera su propia energía en base a fuentes renovables.

- Monitoreo de variables ambientales que son de interés para la comunidad.

Impactos económicos

- Reducción de gastos energéticos.
- Disminución de costos en el monitoreo de variables ambientales.

4 ESTADO DEL ARTE

Con el fin de concretar, a través de una búsqueda de antecedentes, cuáles han sido los estudios, investigaciones, proyectos o artículos que se coordinan, para darle una base concreta al desarrollo de este proyecto, se tienen en cuenta los siguientes artículos:

4.1 SISTEMA DE ENERGÍA HÍBRIDA SOLAR Y EÓLICA PARA ALUMBRADO PÚBLICO

Este artículo fue desarrollado por Sagar Garg, Sagar Kaushik y Shivam Sachdeva del Instituto Krishana de Ingeniería y Tecnología en Ghaziabad, India.

Su objetivo principal fue generar energía en pequeña escala y fuera de la red de abastecimiento público, produciendo luz a través de un dispositivo autónomo. Los componentes usados fueron paneles solares, sistema de generación eólica (Aspas de PVC), Dynamo, LDRs, batería, luces LED, controlador de carga [12]. La idea de realizar este sistema híbrido es porque ambas fuentes se pueden ver afectadas por cambios climáticos, para ello utiliza paneles solares monocristalinos o policristalinos, que estará en su mayor optimización durante los días de verano, luego cuando llegue los días de lluvia, sea complementado con la energía eólica, para mantener constante el rendimiento de la energía del dispositivo, que es almacenada en una batería de plomo-ácido, controlando la carga y descarga de la misma.

Con base al artículo se logra determinar el uso de la metodología de desarrollo descriptivo, que a su vez en las restricciones para los estudiantes estaba el costo de la implementación de este que para futuro buscan reducir ese costo para lograr un modelo asequible para las personas más necesitadas de la India.

4.2 DISEÑO Y DESARROLLO DE UN AEROGENERADOR CON EJE VERTICAL

Este artículo de los investigadores Samir J. Deshmukh y Ram Meghe del Instituto de Tecnología e Investigación en el año 2017

se utilizó el viento de baja velocidad, para la generación de energía mediante levitación magnética para aerogeneradores de eje vertical denominada “turbina de Maglev”. Una sola turbina Maglev puede dar más salida que el convencional aerogenerador de eje horizontal [13].

La eficiencia de la turbina aumenta al reemplazar los rodamientos convencionales, por imanes de repulsión; la levitación magnética ayuda a que la turbina gire a una velocidad mucho más rápida ya que elimina el rozamiento en el eje de la turbina. Los componentes principales se colocan a nivel del suelo, lo cual garantiza la seguridad de la turbina

A su vez este documento ofrece ideas sobre el diseño y la fabricación de aspas aerofoil complejas. Los aerogeneradores de eje vertical representan un futuro muy comprometedor para la generación de energía eólica. Una turbina vertical puede producir más potencia que la turbina horizontal convencional. El rotor está diseñado de forma que aprovecha las corrientes de vientos independientes de su velocidad, aumentando la eficiencia de la turbina mediante el diseño adecuado de las hojas en forma de perfil aerodinámico. Por lo tanto se puede concluir que la turbina eólica de eje vertical puede producir más energía con mayor eficiencia en comparación con la turbina eólica tradicional, a una velocidad del viento muy baja, por lo tanto, la tecnología de este tiene la capacidad de desplazar completamente a la tecnología actual en uso para parques eólicos. [13]

5 MARCOS REFERENCIALES

5.1 MARCO CONTEXTUAL

El desarrollo del dispositivo se centra en las necesidades de monitoreo medioambiental y de transporte de la región del Valle del Cauca, específicamente de municipios aledaños a la ciudad de Cali.

5.1.1 Características generales del Valle del Cauca

Ubicado en Colombia, Sur América, es una de las regiones más ricas y de mayor desarrollo de la República de Colombia, con una extensión de 22.140 km². Está ubicado en el suroccidente del país, su capital es Santiago de Cali y tiene costas sobre el Océano Pacífico, en una extensión de 200 kilómetros, donde se encuentra ubicado el puerto de Buenaventura, el más importante del país, por el inmenso movimiento de carga importación y exportación que por allí se registra [14].

5.1.2 Posición geográfica del Valle del Cauca

Latitud: al norte: Cerro de Tatamá 5° 00' 30". Al Sur La Balsa: 3° 05' 35"

Longitud: Al Este. Páramo de Barragán. 75° 41' 32", al oeste Bocas del Naya 77° 00' 33"

Altitud: Farallones de Cali: 4.080 m Sobre el nivel del Mar.

5.1.3 Límites geográficos

Limita por el Norte con los departamentos de Chocó, Caldas y Quindío; por el Este con los departamentos del Quindío y Tolima, por el Sur con el departamento del Cauca y por el Oeste con el océano Pacífico y el departamento del Chocó.

5.1.4 Extensión territorial

Cuenta con una superficie de 22.140 km² lo que representa el 1.9 % del territorio nacional.

5.1.5 Caracterización social del departamento aspectos demográficos

El Valle del Cauca tiene una población total de 3.789.874 de personas para el año 2018 según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE; corresponde a 7,6% de la población nacional [3].

5.1.6 Red Vial del Valle del Cauca

La red vial del Valle está constituida por 8.230.00 Km, de los cuales 735,18 Km están a cargo de la Nación. La red vial de Valle del Cauca tiene tres tipos de redes:

- La Red Principal: Se refiere a las troncales, transversales que integran las principales zonas de producción y de consumo del país:
- La Troncal de Occidente margen derecha el Río Cauca (Carretera Panamericana)
- La Troncal del Pacífico-margen izquierdo del Río Cauca (Carretera Panorama)
- Cali-Loboguerrero-Buga
- Cartago-Alcalá
- Ansermanuevo Cartago
- La Paila-El Alumbrado
- Palmira-Pradera-Florida

La Red Secundaria: Son vías que unen cabeceras municipales entre si y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una principal.

La Red Terciaria: Son vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas, o unen veredas entre sí [15].

5.2 MARCO TEÓRICO

Para la elaboración del proyecto es conveniente aclarar algunos conceptos teóricos que serán utilizados para el desarrollo de la investigación propuesta.

5.2.1 Seguridad Vial

“Entiéndase por seguridad vial el conjunto de acciones y políticas dirigidas a prevenir, controlar y disminuir el riesgo de muerte o de lesión de las personas en sus desplazamientos ya sea en medios motorizados o no motorizados. Se trata de un enfoque multidisciplinario sobre medidas que intervienen en todos los factores que contribuyen a los accidentes de tráfico en la vía, desde el diseño de la vía y equipamiento vial, el mantenimiento de las infraestructuras viales, la regulación del tráfico, el diseño de vehículos y los elementos de protección activa y pasiva, la inspección vehicular, la formación de conductores y los reglamentos de conductores, la educación e información de los usuarios de las vías, la supervisión policial y las sanciones, la gestión institucional hasta la atención a las víctimas.” [16]

5.2.2 Accidente vial

Entendiendo por “un accidente de tránsito todo evento generalmente involuntario, generado al menos por un vehículo en movimiento, que causa daños a personas y bienes involucrados.” [2]

5.2.3 Monitoreo ambiental

El monitoreo ambiental es uno de los instrumentos fundamentales para materializar la gestión ambiental, dada su contribución de retroalimentar la planificación y toma de decisiones en estos temas, y es que en un mundo orientado cada vez más a ser más “verde”, la necesidad de equipos de monitoreo atmosférico portátiles juega un papel importante, a medida que la sociedad sopesa los efectos ambientales de productos químicos tóxicos y gases de efecto invernadero, se necesita una mayor capacidad de monitoreo de eventos climáticos, detección de daños en el aire por contaminantes y cuantificación la contaminación [17].

5.2.4 Fuentes de energía

Las fuentes de energía son recursos provistos por la naturaleza de las que el hombre puede extraer energía para realizar un determinado trabajo u obtener alguna utilidad, si bien la humanidad desde la prehistoria con el descubrimiento del

fuego usado para calentarse y cocinar alimentos, en la edad media con la creación de molinos de viento que molían el trigo o el aprovechamiento de los combustibles fósiles usados para mover maquinarias, estos recursos se han dividido en dos a causa de su cantidad ilimitada y limitada [18], los recursos renovables como el sol, el viento, etc. y los no renovables como el carbón y el petróleo son las que han llevado al ser humano a desarrollar investigaciones sobre nuevas fuentes de energía u optimizar el de las actuales [19].

5.2.4.1 Energías renovables

Las energías renovables son aquellas que se producen de forma inagotable e indefinida [20]. En la actualidad, los gobiernos se enfocan en el uso de energías renovables que sean amigables con el medio ambiente, aprovechando los recursos naturales para generarlas, Colombia no es la excepción, en el 2017 del 100% de la capacidad energética instalada en el país, 70,40% fue de fuentes de energía renovable convencionales [21], siendo estas:

- Energía Solar
- Energía Eólica
- Energía hidráulica
- Biomasa

5.2.4.2 Energía Solar

La energía solar como recurso energético tiene la característica de ser una energía renovable e inagotable sin embargo su disponibilidad es cíclica y variable. Su uso se basa en la transformación de esta a energía térmica y eléctrica satisfaciendo así las necesidades energéticas [22]. El medio por el cual capta la energía es conocido como panel solar.

5.2.4.3 Energía Eólica

La energía eólica como recurso energético es una fuente de energía compleja, su nivel de producción varía según la altura a la que se ubique la hélice que es movida

por el viento, sin embargo, esto no pasa siempre ya que depende del tipo de hélice que este posea [23].

5.3 MARCO CONCEPTUAL

El objetivo de este marco es exponer los conceptos fundamentales alrededor de los que se articula el proyecto.

- Seguridad

La seguridad se refiere a una forma de gobernar con el objetivo “[...] garantizar que los individuos o la colectividad estén expuestos lo menos posible a los peligros.” Esto conlleva la implementación de procedimientos de control, coacción y coerción ya sea en la salud, crimen o frente a amenazas externas [5].

- Seguridad activa

Se entiende por seguridad activa a “el conjunto de mecanismos o dispositivos del vehículo automotor destinados a proporcionar una mayor eficacia en la estabilidad y control del vehículo en marcha para disminuir el riesgo de que se produzca un accidente de tránsito.” [1]

- Seguridad pasiva

Se entiende por seguridad pasiva a “los elementos del vehículo automotor que reducen los daños que se pueden producir cuando un accidente de tránsito es inevitable y ayudan a minimizar los posibles daños a los ocupantes del vehículo.” [1]

- Vehículo

Se entiende por vehículo “todo aparato montado sobre ruedas que permite el transporte de personas, animales o cosas de un punto a otro por vía terrestre pública o privada abierta al público.” [1]

- Accidente de tránsito

“Evento generalmente involuntario, generado al menos por un vehículo en movimiento, que causa daños a personas y bienes involucrados en él e igualmente afecta la normal circulación de los vehículos que se movilizan por la vía o vías comprendidas en el lugar o dentro de la zona de influencia del hecho.” [2]

- Plan nacional de seguridad vial

Se trata de un plan, basado en el diagnóstico de la accidentalidad y del funcionamiento de los sistemas de seguridad vial del país. Determinará objetivos, acciones y calendarios, de forma que concluyan en una acción multisectorial encaminada a reducir el número de víctimas por siniestros de tránsito. La Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV) será el órgano responsable del proceso de elaboración, planificación, coordinación y seguimiento del Plan Nacional de Seguridad Vial, que seguirá vigente hasta que se apruebe la Ley y se promulgue un nuevo Plan Nacional de Seguridad Vial.” [1]

- Organismo de tránsito

Se entiende por organismos de tránsito las “unidades administrativas municipales distritales o departamentales que tienen por reglamento la función de organizar y dirigir lo relacionado con el tránsito y transporte en su respectiva jurisdicción.” [1]

- Tránsito

Se entiende por tránsito “la movilización de personas, animales o vehículos por una vía pública o privada abierta al público.” [1]

- Infraestructura vial

Se entiende por infraestructura vial “al medio a través del cual se le otorga conectividad terrestre al país para el transporté de persona y de carga, permitiendo la realización de actividades productivas.” [24]

- Luminancia

Se entiende por luminancia “la cantidad de luz que incide en una superficie y que es reflejada. Esta propiedad permite que los objetos sean visibles al ojo, debido a las transformaciones por absorción de los mismos, proporcionando una percepción de brillo. La unidad básica de la luminancia o brillo es el pie-Lambert.” [25]

1 Pie – Lambert = 3.43 Candelas por metro cuadrado.

- Rendimiento luminoso

Se entiende por rendimiento luminoso “la cantidad de energía que se transforma en luz en relación con la energía total consumida. Su unidad es el lumen por watts (lm/w).” [25]

- Reflectancia

Se entiende por reflectancia “la relación entre el flujo luminoso reflejado (luminancia) y el flujo luminoso incidente (iluminancia).” [25]

- Reflexividad

Se entiende por reflexividad “el porcentaje de la luz o flujo luminoso incidente que es reflejado por una superficie.” [25]

- Visibilidad

Se entiende por visibilidad “la claridad con la que los seres humanos pueden ver.” [25]

- Iluminación natural

Se entiende por iluminación natural “las fuentes de luz provistas por el sol y el cielo.” [26]

- Iluminación artificial

Se entiende por iluminación artificial aquella que no proviene del sol, sino principalmente la electricidad. [26]

- Luz

Se entiende por luz “Agente físico que hace visibles los objetos.” [27]

- Anemómetro

Se entiende como anemómetro “la herramienta que (algunas veces con veleta) tiene como función medir algunas o todas las componentes del vector velocidad del viento. Lo más común es expresar el viento como un vector de 2 dimensiones, considerando sólo la dimensión horizontal, ya que la componente vertical es muy pequeña cerca de la superficie.” [28]

- HAWT

Se entiende por HAWT” a los aerogeneradores de eje horizontal” en inglés Horizontal Axis Wind Turbine (HAWT). [29]

- VAWT

Se entiende por VAWT” a los aerogeneradores de eje vertical” en inglés Vertical Axis Wind Turbine (VAWT). [29]

- Aerodinámica

Se entiende por aerodinámica “las fuerzas que un viento relativo ejerce sobre un obstáculo sumergido en él.” [30]

- Panel solar (Sistema fotovoltaico)

Se entiende por panel solar “el conjunto de equipos eléctricos y electrónicos que producen energía eléctrica a partir de la radiación solar por medio del efecto fotoeléctrico.” [31]

- Electricidad

La electricidad es la acción que producen los electrones al trasladarse de un punto a otro, ya sea por su falta o exceso de los mismos en un material. [32]

- Ley de Faraday

La ley de la inducción electromagnética de Faraday dice que si se tiene un conductor en un campo magnético variable, éste produce un voltaje. El voltaje provocado, no dependerá de la magnitud del campo magnético, sino de la razón con que cambia. Así, una rápida variación de flujo magnético producirá un voltaje inducido alto. [32]

- Ecosistema

“Ecosistema o sistema ecológico es el nombre dado a una comunidad de seres vivos que interactúan entre sí o con el ambiente físico.” [33]

- Software

Se entiende por software al “conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora.” [34]

- Hardware

Se entiende por hardware al “conjunto de aparatos de una computadora o equipo” [35]

5.4 MARCO LEGAL

A continuación, se cita algunas normas, leyes o resoluciones por parte del Ministerio de Transporte y su principal representante en términos viales el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) estas leyes son de carácter obligatorio en todo el territorio nacional.

- Ley 769 del 2002
- Ley 1383 del 2010
- Ley 1702 de 2013

- Manual de Señalización Vial del 2015

Además de las leyes nacionales también se citan algunos manuales orientados al diseño y construcción de elementos constitutivos del espacio público en Santiago de Cali:

- Manual de Elementos Constitutivos del Espacio Público (MECEP)
- Manual de Elementos Complementarios del Espacio Público (MECoEP)

Con referente al monitoreo ambiental se citan leyes, protocolos o decretos articulados por el máximo representante, el Ministerio de ambiente, estas leyes son de carácter obligatorio en todo el territorio nacional.

- Resolución 2254 del 01/Nov/2017
- Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire

6 METODOLOGÍA

6.1 TIPO DE ESTUDIO

Para el desarrollo del dispositivo autosostenible el tipo de estudio que se formula según los objetivos deseados, es decir de acuerdo al tipo de información que se espera obtener, así como el nivel de análisis que se deberá realizar.

- Estudio exploratorio

Con objeto de familiarizarse con un tema desconocido, novedoso o escasamente estudiado [36] la siguiente investigación busca contribuir al problema planteado anteriormente. Partiendo desde la claridad acerca del nivel de conocimiento científico desarrollado previamente por otros trabajos e investigadores [37] este estudio se define como exploratorio debido a su innovación, la cual se basa en aprovechar las corrientes de viento generadas por los vehículos en movimiento para sustentar un dispositivo electrónico que iluminara las vías para contribuir de esta manera a la reducción de accidentes de tránsito. Cabe destacar que este estudio busca ser un punto de partida para estudios posteriores de mayor profundidad.

- Estudio descriptivo

Este estudio busca describir e identificar las características o variables más importantes del problema, basándose en dos elementos fundamentales como la muestra e instrumento. A través de la medición de variables como la velocidad del viento (Km/h), las revoluciones por minuto (RPM), el top speed ratio (TSR) que clasifica si la función aerodinámica de la turbina eólica es de arrastre (Drag based) o de sustentación (Lift based), entre otras, este estudio busca establecer las características que permitan establecer si el dispositivo es factible.

6.2 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

Dado que se busca desarrollar el diseño de un dispositivo autosostenible además del cumplimiento de los objetivos trazados, la presente investigación será elaborada bajo el planteamiento metodológico del enfoque mixto.

El enfoque mixto:

Utiliza la recolección, análisis e interpretación de datos cuantitativos y cualitativos. Este método representa un proceso sistemático, empírico y crítico de la investigación en donde la visión objetiva de la investigación cuantitativa y la visión subjetiva de la investigación cualitativa pueden fusionarse para dar respuesta a problemas humanos que las ciencias exactas pueden llegar a resolver [38].

6.3 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de los estudios anteriormente mencionados se usarán las siguientes metodologías:

6.3.1 Metodología por fases

Se le llama metodología de investigación por fases al conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema con el resultado (o el objetivo) de ampliar su conocimiento. [39]

La metodología de investigación utiliza un plan, una estructura y una estrategia de investigación que ayudará a la obtención de respuestas a las preguntas de la investigación. [40]

Esta metodología es de gran apoyo para la obtención y procesamiento de la información

Figura 1 Metodología por fases



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Figura 1, para el desarrollo del dispositivo las fases se dividen en:

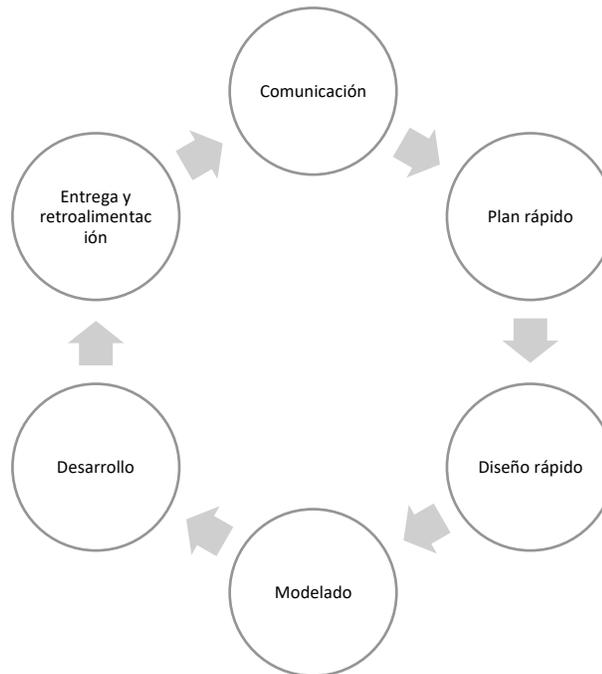
- En la primera fase se realiza el levantamiento de estado del arte, es decir los conocimientos que se tienen en la actualidad con respecto al tema.
- En la segunda fase, la caracterización de los dispositivos, en esta sección se relacionarán algunos dispositivos usados para la regulación del tránsito en calles y carreteras.
- En la tercera fase, la definición de requerimientos se procedió a seleccionar algunos de los requerimientos que tienen los dispositivos viales y que son de importancia en su desarrollo
- En la cuarta y última fase, el desarrollo del diseño, se realiza mediante la metodología de desarrollo evolutivo la cual se explicará detalladamente más adelante.

6.3.2 Metodología de desarrollo evolutivo

Es uno de los métodos de investigación donde se ven implicadas diversas disciplinas que tienen como objetivo elaborar el diseño y el desarrollo óptimo del producto. [41]

La metodología por desarrollo evolutivo utiliza la experimentación en modelos o simulaciones con el objetivo de obtener una visión preliminar de cuáles pueden ser las dificultades a las que se pueda enfrentar el prototipo ya sean económicas, tecnológicas o de producción. [41]

Figura 2 Metodología de desarrollo evolutivo



Fuente: Elaboración propia

Este método es de apoyo para la realización del diseño planeado para el dispositivo.

La metodología de desarrollo evolutivo establecida para el proyecto cuenta con 6 pasos:

- Comunicación, es la fase en la que se establecen los requerimientos.
- Plan rápido, es la primera iteración con el usuario.
- Diseño rápido, son los diseños visibles presentados al usuario.
- Modelado, es el diseño con todos los requerimientos necesarios para su funcionamiento.
- Desarrollo, entrega y retroalimentación, es la fase en la que el diseño es evaluado por los participantes.

6.4 HERRAMIENTAS

Dentro de las herramientas que se usarán a lo largo de la investigación están:

- Encuestas

- Antecedentes bibliográficos
- Muestras de campo
- Modelo 3D (Software CAD)

7 RESULTADOS

Los resultados para este trabajo son:

7.1 DISPOSITIVOS DE LA GESTIÓN Y SEÑALIZACIÓN VIAL

En esta sección se relacionarán algunos dispositivos usados para la regulación del tránsito en calles y carreteras. Estos elementos se pueden clasificar según su función en:

- Indicadores de alineamiento. Tienen la función de dar a los conductores información visual adicional sobre el alineamiento y la geometría de la vía.
- Marcadores de obstáculos. Elementos que son necesarios para la vía pero que representan un peligro de ser impactados.
- Segregadores y limitadores de flujo. Son dispositivos utilizados para reforzar la segregación de distintos tipos de usuarios de la vía.
- Controladores de velocidad o resaltos. Son dispositivos usados para controlar físicamente la velocidad de los vehículos.
- Bandas alertadoras. Son dispositivos usados para generar una vibración y ruido que sirve para alertar a los conductores que pasen por ellos sobre la necesidad de prestar atención a ciertos elementos de señalización o de retomar el carril o calzada por donde circulan.
- Control peatonal. Son dispositivos que se emplean para controlar físicamente el movimiento de peatones y a veces obreros. [42]

7.1.1 Indicadores de alineamiento de la vía

La gran mayoría de elementos de información que un conductor o usuario vial requiere para transitar de forma segura y eficiente es visual. Las vías proveen dicha información a través de diversos dispositivos, como demarcaciones y señales verticales, pero a su vez deben ser complementados con los indicadores de alineamiento expuestos en esta sección.

Su función es entregar a los conductores información visual sobre la geometría de la vía. Estos elementos refuerzan y complementan la función de los demás dispositivos de señalización especialmente curvas, durante la noche o periodos de baja visibilidad [42].

Estos se clasifican según sus características físicas, dichos delineadores se clasifican en:

- Delineadores de piso
- Delineadores verticales

Entre los más relevantes están:

A. Delineadores de piso

- Estoperoles

El estoperol es un delineador de piso con forma de botón fabricado con materiales de alta resistencia, cerámicos o de caucho prensado, permitiendo obtener un producto duro de superficie brillante, con una alta resistencia mecánica al impacto y al desgaste por fricción, aunque su principal desventaja es la ausencia de material reflectivo haciendo que su uso sea limitado. [42]

Su forma es la de una sección de esfera (domo), con una base plana de 10cm de diámetro y una altura de 2cm.

- Boyas y tachones

Las boyas o tachones son elementos fabricados en su mayoría en materiales metálicos, sintéticos o de materiales similares de alta resistencia al impacto, cuenta con elementos retro reflectivos de cara al tránsito. Este elemento es usado para la segregación de tránsito o como refuerzo de las líneas de demarcación. Por su altura y tamaño no deben ser usados en lugares donde los vehículos estén obligados a pasar [42].

- Bordillos

Son elementos fabricados en materiales metálicos, sintéticos, hormigón, o materiales similares de alta resistencia al impacto. Los bordillos se usan como indicadores de alineamiento y al mismo tiempo como disuasores de cambios de carril [42].

B. Delineadores verticales

- Delineador de corona

El delineador de corona es un elemento vertical tipo poste, dotado de uno o varios elementos retro reflectivos. Estos delineadores pueden tener una sección plana, circular, rectangular, ovalada o en forma de "A". Los materiales del poste pueden ser acero, plástico o fibra de vidrio. Las dimensiones de estos delineadores pueden ser de 75-120 cm [42].

- Delineador de curva horizontal

Los delineadores de curva horizontal son de forma rectangular y sin orla, estos pueden ser simples o dobles y son ubicados en el lado exterior de la curva en forma perpendicular a la visual de conductor, el propósito de estas es guiar al usuario a través de una curva horizontal donde la curva conlleva una diferencia en la velocidad. El tamaño de los delineadores se define en función de la velocidad máxima permitida en la vía [42].

- Captafaros

Estos elementos son usados juntos a otros elementos viales como barreras de contención con el objetivo de advertir a los conductores sobre la proximidad a la calzada. En su mayoría son fabricados con láminas metálicas de bajo calibre [mínimo 20] y deben estar galvanizados y cuenta en sus caras con láminas retro reflectivas [42].

7.1.2 Marcadores de obstáculos

Estos dispositivos son usados para advertir al conductor la existencia de estructuras de canalización dentro de la calzada y la presencia de obstáculos, bifurcaciones de la vía u otros elementos de riesgo en la vía. Dichos marcadores pueden ser clasificados en:

- Marcadores dentro de la vía.
- Marcadores laterales.
- Marcadores al final de la vía.

Los más relevantes son:

A. Marcador de obstáculo vertical

En su gran mayoría son elementos planos o cilíndricos que cuentan con más de un área de material reflectivo en su cuerpo. Los marcadores planos son construidos con láminas de metal mientras los cilíndricos son construidos en materiales sintéticos flexibles [42].

B. Hito luminoso

Los hitos luminosos son usados cuando es necesario destacar la presencia de una isla peatonal o reforzar una restricción de ancho de vía. Estos elementos requieren un mantenimiento frecuente, especialmente cuando se averían. Las dimensiones de este dispositivo son de 70cm de altura [42].

7.1.3 Segregadores y limitadores de flujo

Estos elementos de segregación se utilizan con el propósito de reforzar la información para los conductores, estos elementos pueden ser clasificados en:

- Tachones
- Delineadores tubulares flexibles
- Segregadores viales
- Topes vehiculares verticales

- Topes vehiculares horizontales
- Limitadores de galibo vertical
- Tabiques, cintas y mallas

Los más relevantes son:

A. Delineador tubular simple

Son elementos tubulares contruidos en materiales sintéticos flexibles cuyo propósito es ayudar al conductor en la visualización de bifurcaciones, para reforzar demarcaciones de zonas o para identificar mejores elementos que pueden significar un riesgo o peligro. Sus dimensiones en el caso de su altura no sobrepasan los 70 – 80 cm, además de que se debe garantizar su capacidad de recibir varios impactos y recuperar su forma para seguir funcionando [42].

B. Tope vehicular vertical

Los topes vehiculares verticales son usados cuando es necesario impedir el estacionamiento o la detención de vehículos, en general tienen forma cilíndrica, sin embargo, estos son adaptables al entorno del mobiliario público, su diámetro debe ser de mínimo 60mm y su altura de 60cm, aunque esto es sujeto a otros manuales de diseño del entorno público [42].

7.2 DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS, CARACTERÍSTICAS Y VARIABLES

Realizada la identificación y caracterización de algunos dispositivos viales se procedió a seleccionar algunos de los requerimientos que tienen en común estos y que son de importancia en el desarrollo de un dispositivo vial. Adicionalmente se añadieron algunas características que ayudaron al desarrollo de la investigación, además se definen las variables que enfrentaría el dispositivo en su cotidianidad.

En la Tabla 1 se almacenan los requisitos y características que fueron evaluadas para cada dispositivo vial y que posteriormente serán descritas.

Tabla 1. Requisitos y características del dispositivo vial

Requerimientos comunes	Características adicionales
Comunicación visual	Costo
Durabilidad (Impactos y desgaste)	Capacidad de rediseño
Capacidad reflectiva	Capacidad de integración de sensores
	Facilidad de fabricación

Fuente: Elaboración propia

7.2.1 Requerimientos comunes

- **Comunicación visual:** Es la capacidad de transmitir información a través de mensajes, símbolos o signos. [42]
- **Durabilidad:** Hace referencia al tiempo, es decir la capacidad de permanencia o subsistencia con respecto al tiempo, en el caso de los dispositivos viales esta se centra principalmente en la capacidad de soportar la interacción del dispositivo con factores externos como el medio ambiente. [42]
- **Capacidad reflectiva:** O reflectividad es la fracción de radiación incidente reflejada por una superficie. Es una propiedad direccional, dependiente de la dirección reflejada, de la dirección de incidencia y de la longitud de onda de la luz incidente [42]

7.2.2 Características adicionales

- **Costo:** Valor monetario de una unidad del dispositivo.
- **Capacidad de rediseño:** Es la capacidad que tiene el dispositivo para ser modificado sin afectar su estructura en gran medida.
- **Capacidad de integración de sensores:** Es la capacidad que tiene el dispositivo de integrar equipos electrónicos que midan las variables deseadas.
- **Facilidad de fabricación:** Disponibilidad y alcance de los recursos necesarios para la fabricación.

A continuación, se procedió a definir las variables que pueden afectar el rendimiento del mismo, dichas variables son:

- Velocidad del viento: La velocidad del viento es la relación de la distancia recorrida por el aire con respecto al tiempo empleado en recorrerla. [43]
- Radiación solar: La radiación solar es la energía emitida por el Sol, que se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas. [44]
- Volumen vehicular: Es el número de vehículos que pasa un punto determinado durante un periodo específico de tiempo. [42]

7.3 EVALUACIÓN DE DISPOSITIVOS

Definidas los requerimientos y características se prosiguió con la evaluación de los dispositivos viales de interés, las características cualitativas de los dispositivos fueron evaluadas de la siguiente forma:

Para el requisito de comunicación visual esta característica fue evaluada tomando en cuenta el manual de señalización vial publicado por los entes gubernamentales responsables y se calificó con BAJA, MEDIO, ALTO, en cuanto al requisito de durabilidad se tomó en cuenta la fuente anteriormente mencionada y la información compartida por algunos proveedores del dispositivo y se evaluó de la misma forma.

La capacidad reflectiva se evaluó en base de la siguiente información:

- Es considerada BAJA (B) si está presente en un porcentaje menor o igual al 30% de la superficie del dispositivo.
- Es considerada MEDIA (M) si está presente en un porcentaje mayor al 30% menor al 70% de la superficie del dispositivo.
- Es considerada ALTA (A) si está presente en un porcentaje mayor al 70% de la superficie del dispositivo.

En cuanto a la capacidad de rediseño, capacidad de integración de sensores y facilidad de fabricación son características que se evaluaron subjetivamente por el equipo investigador.

Para la definición del costo promedio, se realizó el promedio de precios tomados de proveedores nacionales, páginas web de venta libre y la base de datos de precios unitarios del departamento del Cauca.

7.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con el objetivo de facilitar la interpretación de los resultados de la evaluación de requerimientos por dispositivos estos fueron llevados a una matriz que facilite la comparación para la posterior selección, tal como lo muestra la Tabla 2.

Tabla 2. Comparativa de dispositivos

1	ESTOPEROL	6	CAPTA FAROS
2	TACHA VIAL	7	MARCADOR DE OBSTÁCULO VERTICAL
3	BORDILLO VIAL	8	HITO LUMMINOSO
4	DELINEADOR DE CORONA	9	DELINEADOR TUBULAR SIMPLE
5	DELINEADOR DE CURVA HORIZONTAL	10	TOPE VEHICULAR VERTICAL

DISPOSITIVO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
REQUISITO										
COMUNICACIÓN VISUAL	B	M	M	M	A	M	A	A	B	M
DURABILIDAD	A	M	A	M	A	A	A	M	A	A
CAPACIDAD REFLECTIVA	B	A	B	A	A	A	A	A	A	A
COSTO PROMEDIO (1000 x COP)	\$9	\$41,5	\$28,5	\$28,5	\$285,5	\$13	\$346	\$240	\$48	\$172
CAPACIDAD DE REDISEÑO	B	B	B	B	B	B	M	A	B	A
CAPACIDAD DE INTEGRACIÓN DE SENSORES	B	B	B	B	B	B	M	A	M	A
FACILIDAD DE FABRICACIÓN	A	A	A	A	A	A	A	M	A	A

Fuente: Elaboración propia

7.5 INTENCIONES CON EL DISPOSITIVO

Una vez seleccionado el dispositivo que serviría de base, la intención fue rediseñarlo con el objetivo de amplificar su impacto dentro de la gestión vial, potenciando así sus capacidades y aportando nuevas características que aporten a mitigar la problemática de la accidentabilidad vial y la contaminación ambiental.

Por consiguiente, las intenciones con el dispositivo es que esté alineado a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) dispuestos por la ONU (Figura 3) (Organización de las Naciones Unidas), los ODS con los que se alinea nuestro proyecto son:

Figura 3 Objetivos de Desarrollo Sostenible



Fuente: Organización de las Naciones Unidas (ONU)

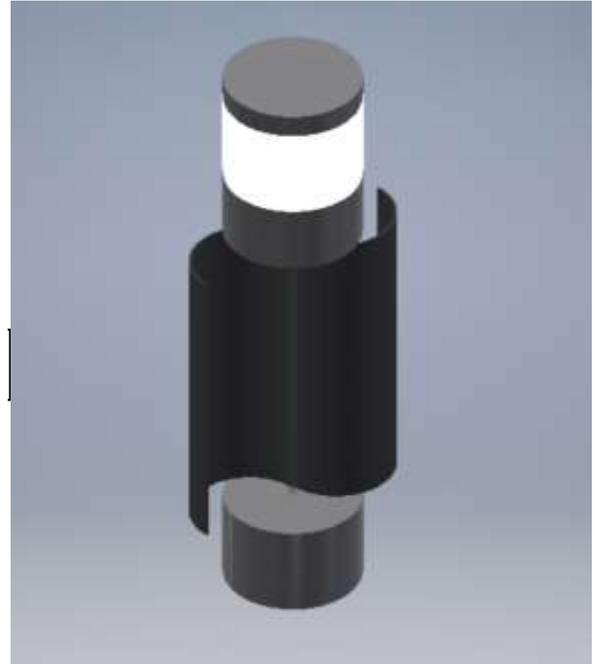
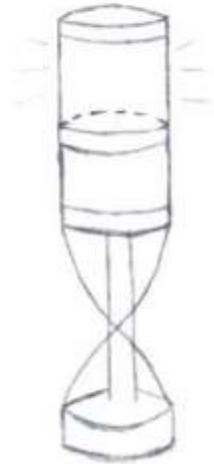
Por estas razones el funcionamiento del dispositivo se centra en usar fuentes de energía renovables convencionales como lo es la energía eólica y la energía solar además de la integración de sensores que permitan medir variables ambientales como CO₂, CO, temperatura, humedad entre otras.

7.6 DISEÑO DEL PROTOTIPO

Siguiendo los pasos planteados en nuestra metodología de prototipado, una vez definidos los requerimientos se procede con el diseño del dispositivo.

Un primer vistazo a lo deseado se ve plasmado en el boceto y modelo 3D (Figura 4).

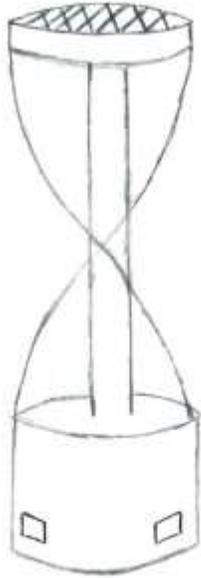
Figura 4 Primer prototipo



Fuente: Elaboración propia

Continuando con la generación de ideas para el diseño del prototipo se diseñó un segundo (Figura 5) y tercer modelo (Figura 6), los cuales como se evidencia se desplaza la turbina eólica a la parte superior y los focos de luz a la parte inferior esto para evitar que la luz que emana el dispositivo no quede a la misma altura de la cara de una persona sentada en su vehículo, evitando así encandilar al conductor, adicionalmente se implementa un panel solar que brinde apoyo al sistema de carga de las baterías.

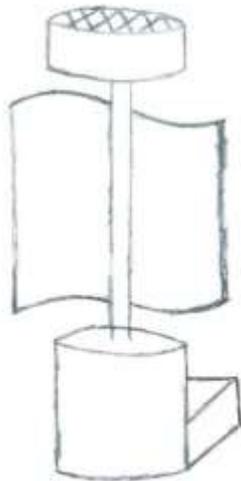
Figura 5 Segundo prototipo



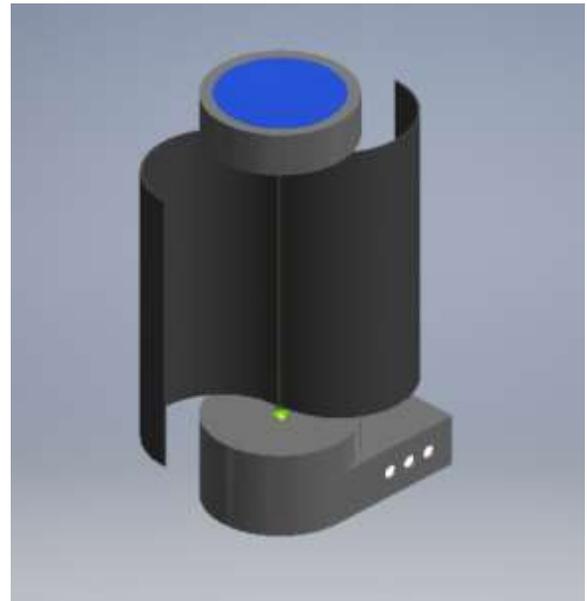
Fuente: Elaboración propia



Figura 6 Tercer prototipo



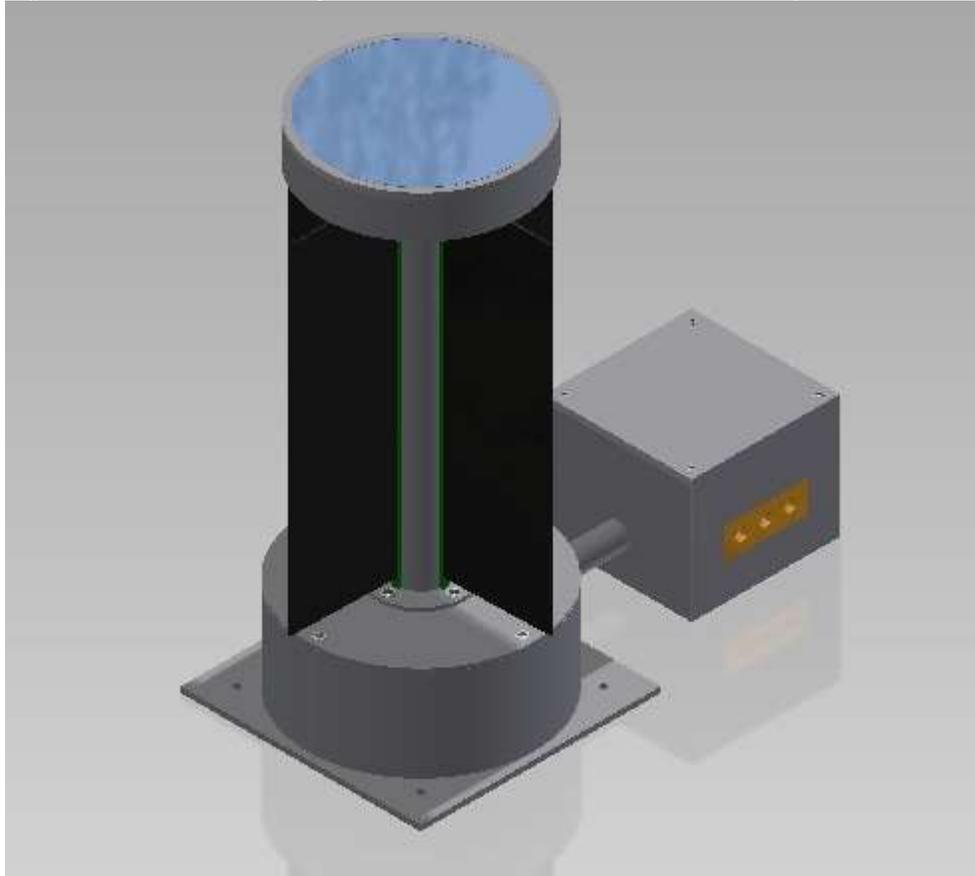
Fuente: Elaboración propia



Después de varios de diseños preliminares, extensas investigaciones sobre

normativa vial y diseños semejantes al propuesto, se desarrolló un dispositivo que cumple con las medidas reglamentarias expuestas por el manual de señalización vial del 2015 dispuesto por el Ministerio de Transporte de Colombia (Figura 7).

Figura 7 Diseño final de dispositivo autosostenible de asistencia vial y ambiental



Fuente: Elaboración propia

Como proyecto de ingeniería donde el diseño es el resultado de la investigación, es conveniente brindar diversas herramientas para su entendimiento u posible construcción, dichas herramientas son:

- Plano con medidas del dispositivo (Anexo A), en este plano se detallan las medidas relevantes para la construcción del prototipo las cuales siguen las recomendaciones de los distintos viales.

- Plano con todas las piezas del dispositivo (Anexo B), en este plano se detallan la ubicación de todas las piezas que componen el dispositivo una vez ensamblado.
- Plano explosionado del dispositivo (Anexo C), en este plano se detalla la pieza y su ubicación donde debe ser ensamblado.
- Plano con medidas de todas las partes del dispositivo (Anexo D), en este plano se detallan las medidas de todas las piezas necesarias para ensamblar el prototipo, dichas piezas y sus cantidades se detallan en la Figura 8 así como el material con el que deben ser fabricados.

Figura 8 Lista de piezas

LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	Part013. Light	Luz LED
2	1	Part001. Base	Aluminio
3	1	Part002. Top Base	Aluminio
4	1	Part007. Motorbase	Aluminio
5	1	Part009. Top motor	Aluminio
6	4	M 6x12	Socket Head Cap Screw DIN 912 - 12.9
7	4	M 10x12	Socket Head Cap Screw DIN 912 - 12.9
8	1	Part006. Gearcentral axis	Aluminio
9	4	M 12x20	Socket Head Cap Screw DIN 912 - 12.9
10	2	BS 290 SKF - SKF 2305 E-2RS1	Rodamientos de bolas autoalineados, doble fila, con juntas y taladro cilíndrico SKF
11	1	Part008. Column	Aluminio
12	1	Part005. Central axis	Aluminio
13	4	Part004. BaseHelice	Aluminio
14	4	Part003. Turbine	Fibra de vidrio
15	1	Part010. Top Axis	Aluminio
16	1	Part011. Top	Aluminio
17	1	Part012. Solar Panel	Panel solar policristalino
18	4	M 4x20	Socket Head Cap Screw DIN 912 - 12.9

Fuente: Elaboración propia

7.7 MONITOREO AMBIENTAL

Adicional a la asistencia vial que se busca brindar con el dispositivo, un pilar importante de esta investigación es la aportación que puede hacer este al medio ambiente, para ello se establecieron diversas variables ambientales que son de gran impacto en nuestro ecosistema. Dichas variables son:

- Temperatura (°C)
- Humedad relativa (HR)
- Dióxido de carbono (CO₂)

- Monóxido de carbono (CO)
- Para ello se precisó de un dispositivo Arduino que permitiera la integración de diversos sensores que tuvieran la capacidad de medir las variables de interés, dicho Arduino es catalogado como Arduino Uno por el propio proveedor (Figura 9)

Figura 9 Arduino UNO

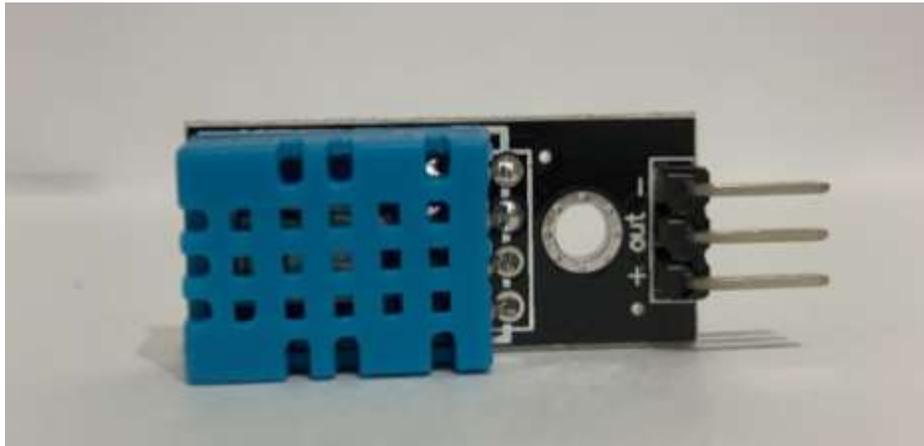


Fuente: Elaboración propia

Debido a que los sensores son de vital importancia para la medición de las variables de seleccionaron dos sensores que abarcan las necesidades.

- DTH11: Tiene la capacidad de medir la temperatura y humedad relativa presente en el ambiente. (Figura 10)

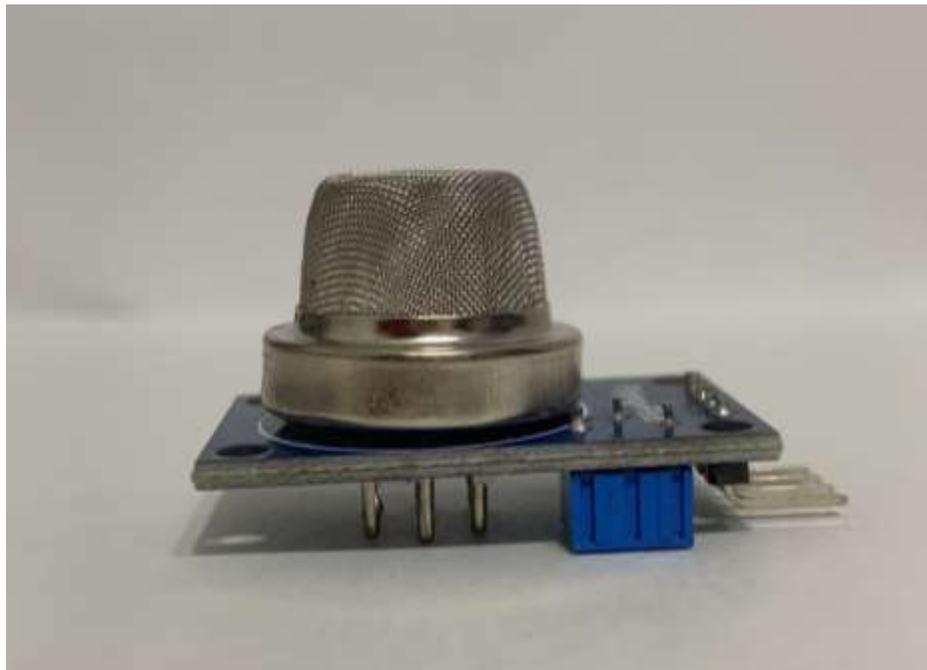
Figura 10 Sensor DTH11



Fuente: Elaboración propia

- MQ135: Tiene la capacidad de medir el dióxido de carbono y el monóxido de carbono presente en el ambiente. (Figura 11)

Figura 11 Sensor MQ135



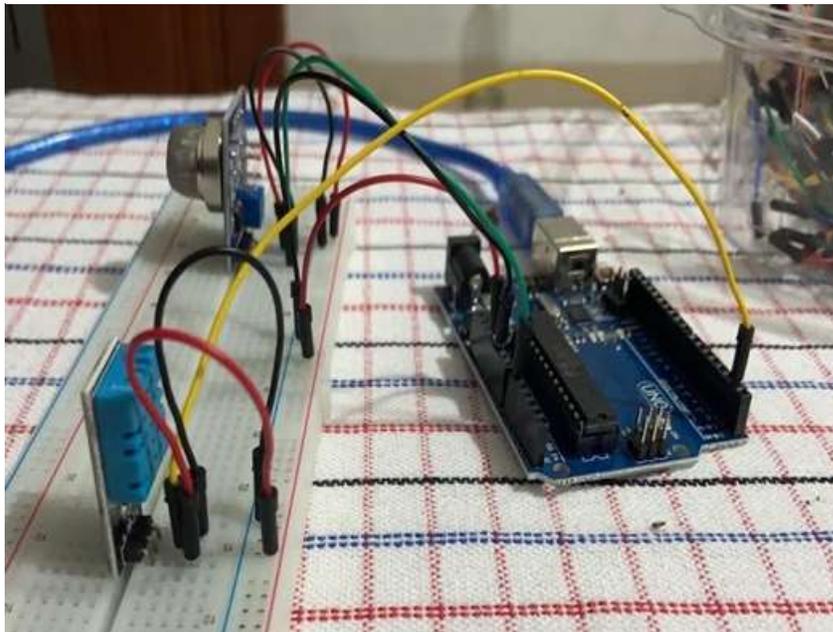
Fuente: Elaboración propia

Una vez seleccionada las herramientas que permite el monitoreo de las variables se debía integrar todo en un circuito, circuito que además de abastecer los sensores y el Arduino (Figura 12), abastecía también las luces LED que son de asistencia

vial, cabe recordar que la fuente de energía del sistema viene energías renovables como lo es la eólica y la solar, es por esto que en el diagrama del circuito (Figura 13) se aprecian los siguientes elementos:

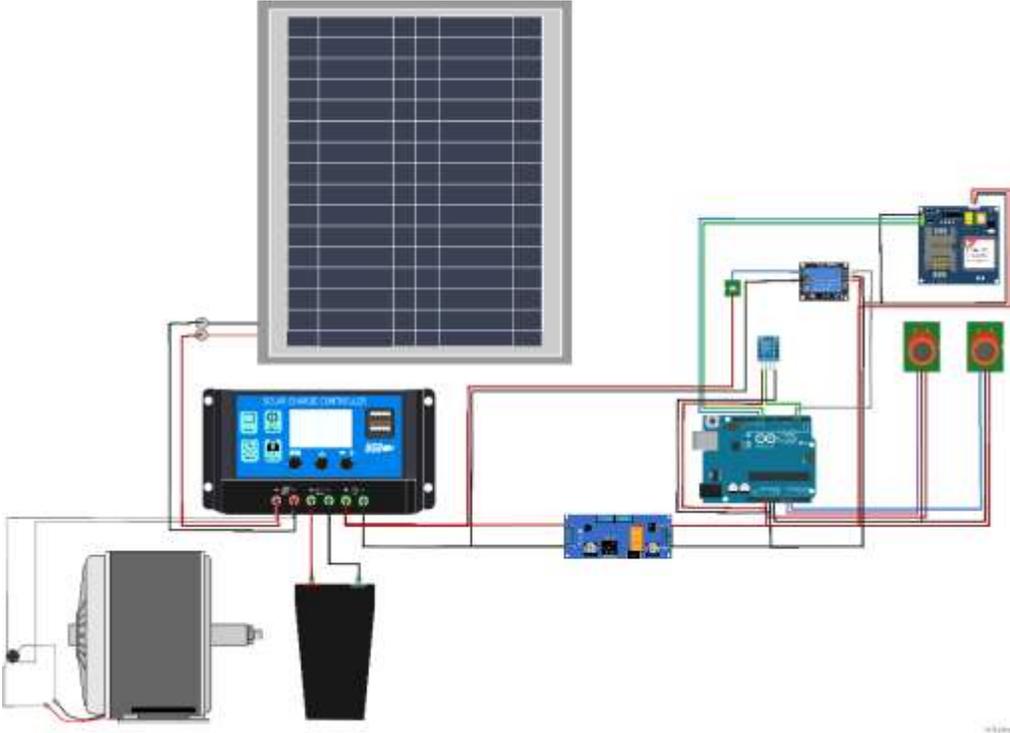
- 1 Arduino UNO
- 1 sensor DTH11
- 2 sensores MQ135
- SIM 900 Modulo shield GPRS GSM: Modulo de recolección y envío de datos.
- Convertidor de voltaje DC – DC LM 2596
- Modulo Revelo Rele 1 Canal 5V Raspberry: Regulador de carga
- Panel solar fotovoltaico policristalino.
- Regulador solar.
- Batería 12V.

Figura 12 Construcción casera del circuito empleado para el funcionamiento de los sensores



Fuente: Elaboración propia

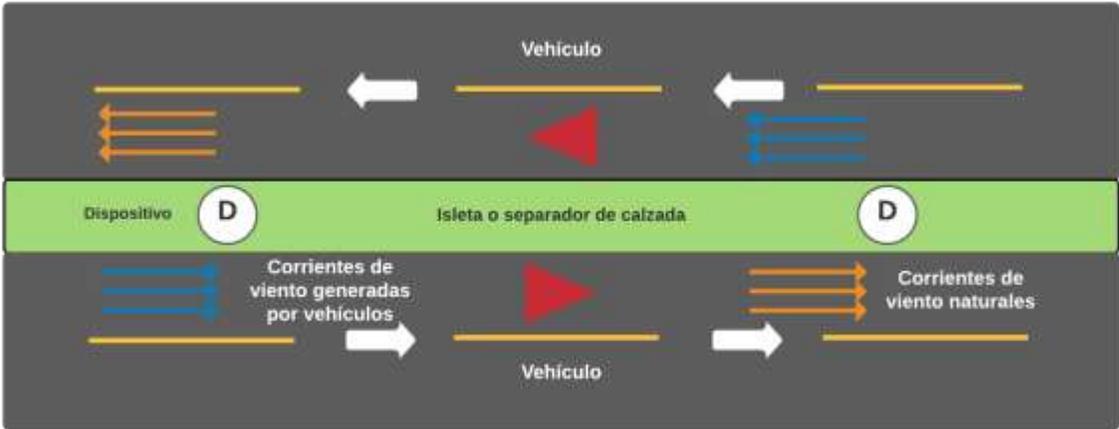
Figura 13 Diagrama eléctrico del dispositivo



Fuente: Elaboración propia

7.8 FUNCIONAMIENTO

Figura 14 Funcionamiento del dispositivo



Fuente:Elaboración propia

El funcionamiento del dispositivo se basa en aprovechar las corrientes de viento generadas por el tráfico de vehículos a altas velocidades, estas corrientes impulsan la turbina eólica vertical (VAWT) generando energía que es almacenada en una batería, para que en horas de la noche esta abastezca un foco de luz que ilumine la carretera, ayudando así a reducir los accidentes de tránsito por falta de visibilidad, choques con obstáculos y accidentes por imperfecciones en las vías adicionalmente la energía generada también es de ayuda para alimentar un sistema de sensores que mide distintas variables ambientales, permitiendo así el monitoreo del medio ambiente que rodee al dispositivo.

8 CONCLUSIONES

- De acuerdo con la investigación realizada, se logra deducir que para el año 2021 los accidentes viales son uno de los gastos públicos más grandes del país llegando a ser aproximadamente 3,6 billones COP\$ que representa el 1% del Producto Interno Bruto del país (PIB) que vendría siendo el 53% del total de gastos del presupuesto del Valle del Cauca
- Los accidentes viales aparte de que causan muerte, también son los principales responsables de la pérdida de movilidad o discapacidades, no solo a nivel nacional sino en todo el mundo.
- Los dispositivos de la gestión vial deberían, implementar la integración de sensores para aprovechar su diseminación, a nivel urbano y rural, en la recolección de datos demográficos, ambientales, circulación vehicular entre otros, para el uso institucional en el monitoreo del índice de calidad del aire (ICA) logrando desarrollar medidas correctivas a tiempo para la mitigación de los efectos medio ambientales adversos a los agentes contaminantes.
- Una vez realizada nuestra investigación, se determinó que es factible el diseño de un dispositivo con materias primas asequibles en nuestro país, Colombia, de manera que es posible su implementación en las vías del país, logrando así cristalizar el diseño en un prototipo.
- El presente trabajo representa una oportunidad de estudio, relacionado de manera profunda con la ingeniería Industrial a nivel investigativo, donde se podrá realizar estudios de mercadeo del producto asociados a la proyección de venta del dispositivo y desarrollo de sus procesos, por último, evaluar la atención al usuario.
- De igual manera basándonos en esta investigación se puede proponer la generación de un “spin off” alrededor de esta idea de negocio de manera que no solo se contribuya a nivel social y cultural, sino que para la institución se disponga de un producto que genere ingresos a la vez que aporte al bienestar

de estudiantes y demás asociados al desarrollo, en efecto esto implicaría un impacto social positivo en la sociedad caleña.

9 REFERENCIAS

- [1] D. F. Toro Torres, “Plan departamental de seguridad vial del Valle del Cauca 2016-2021”, 2016.
- [2] Ministerio de Transporte de Colombia, *Código Nacional de Tránsito Terrestre*. Colombia, 2019.
- [3] Departamento Nacional de Estadísticas. DANE, “Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2018”, Colombia, 2019.
- [4] Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, “Boletín estadístico mensual”, Colombia, 2019.
- [5] J. C. Montero Bagatella, “El concepto de seguridad en el nuevo paradigma de la normatividad mexicana”, *Región Y Soc.*, vol. 25, núm. 58, 2015, doi: 10.22198/rys.2013.58.a128.
- [6] Iluminet y TAK Studio, “Energía eólica de autos para iluminar carreteras | Iluminet revista de iluminación”, 2020, 2020. <https://www.iluminet.com/energia-eolica-de-autos-para-iluminar-carreteras/>.
- [7] Caracol Radio, “Cali, a un paso de la laerta naranja por la contaminación del aire”, 2020. https://caracol.com.co/emisora/2020/02/17/cali/1581949249_173062.html.
- [8] Sistema de Vigilancia Calidad del Aire Santiago de Cali, DAGMA, IDEAM, y Alcaldía de Santiago de Cali, “Calidad del aire y ruido ambiental de Santiago de Cali”, Santiago de Cali.
- [9] RUNT y Ministerio de Transporte de Colombia, “Parque automotor registrado en RUNT”, 2021, 2019. <https://www.runt.com.co/runt-en-cifras/parque-automotor>.
- [10] IDEAM, “Calidad del Aire”. <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/calidad-del-aire>.

- [11] G. de C. del A. DAGMA, "Diseño y Operación Del SVCASC - 2012 - Versión Final", 2012.
- [12] M. S. Ansari, S. Garg, S. Kaushik, y S. Sachdeva, "Solar and Wind Hybrid Energy System for Street Lighting", *Int. J. Adv. Res. Electr. Electron. Instrum. Eng.*, vol. 6, núm. 5, pp. 3552–3559, 2017, doi: 10.15662/IJAREEIE.2017.0605064.
- [13] S. Deshmukh y S. Charthal, "Design and Development of Vertical Axis Wind Turbine", *IRA-International J. Technol. Eng. (ISSN 2455-4480)*, vol. 7, núm. 2 (S), p. 286, 2017, doi: 10.21013/jte.icsesd201728.
- [14] Alcaldía de Santiago de Cali, "Datos de Cali y el Valle del Cauca". https://www.cali.gov.co/gobierno/publicaciones/227/datos_de_cali_y_el_valle_del_cauca/.
- [15] Gobernación del Valle del Cauca, "Vías y carreteras del Valle del Cauca", 2018. <https://www.valledelcauca.gov.co/publicaciones/60138/vias-y-carreteras-del-valle-del-cauca/>.
- [16] Congreso de Colombia, *Ley 1702 de 2013*. Colombia, 2013, p. 27.
- [17] Y. Hernández, D. López, y F. Moya, "Monitoreo ambiental como herramienta para el seguimiento continuo previsto en la evaluación de impacto ambiental", *Rev. Espac.*, vol. 40, núm. 03, p. 17, 2019, [En línea]. Disponible en: <http://www.revistaespacios.com/a19v40n03/a19v40n03p17.pdf>.
- [18] G. Overton, "New photonic devices boost environmental monitorin capabilities", *Laser Focus World*, 2009.
- [19] R. Martínez, A. C., & Caro, "Fuentes energéticas. In La Nueva Geopolítica de la Energía", *Inst. Español Estud. Estratégicos.*, pp. 21–34, 2010.
- [20] Línea Verde, "Energías renovables", 2018.
- [21] Ministerio de energía, "Energías renovables en Colombia - Minenergía", 2019,

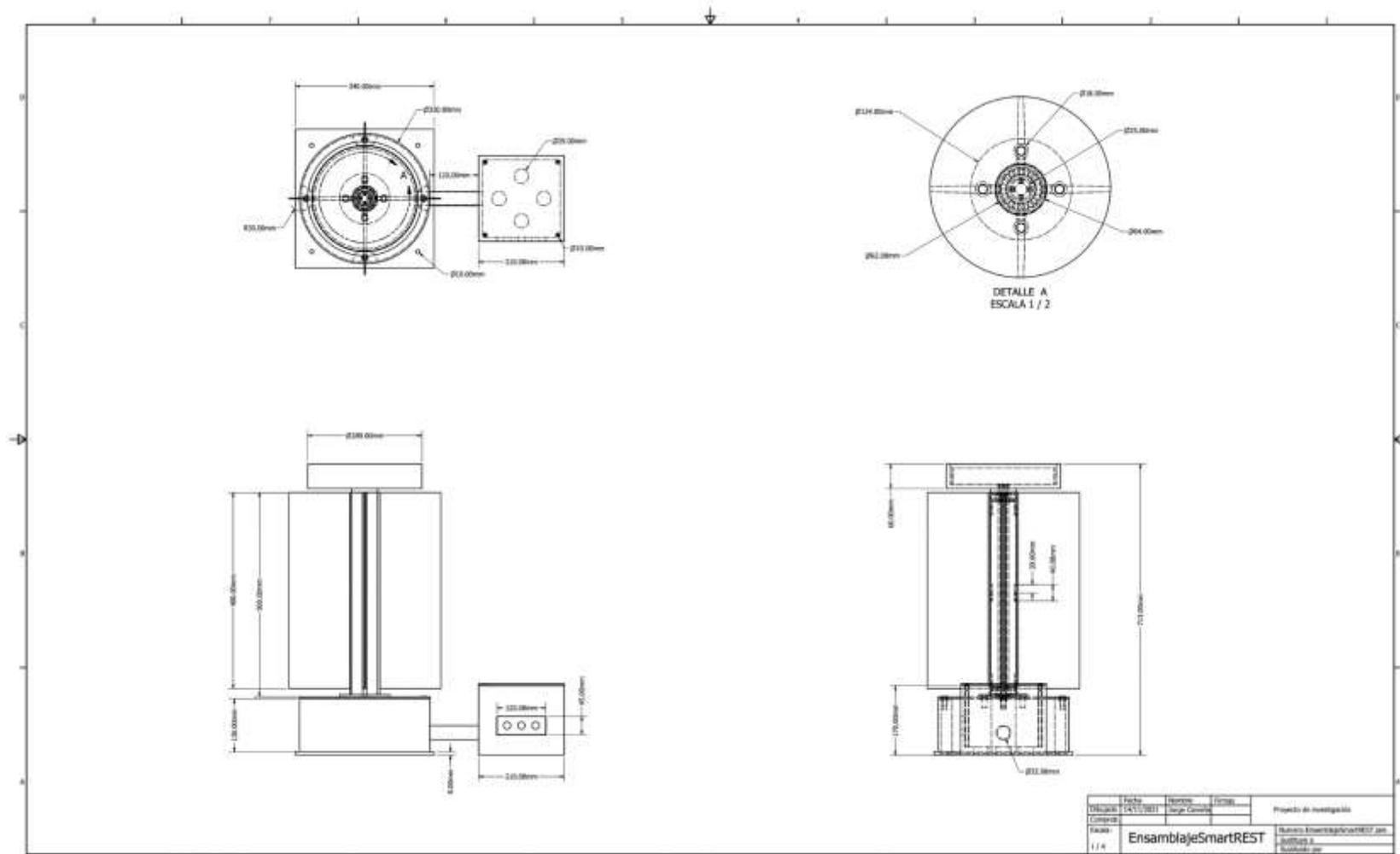
- pp. 1–12, 2019, [En línea]. Disponible en: <https://www.minenergia.gov.co/historico-de-noticias?idNoticia=24146550>.
- [22] J. Plá, C. Bolzi, y J. C. Durán, “Energía Solar fotovoltaica. Generación distribuida conectada a red”, *Cienc. Invest.*, vol. 68, núm. 1, pp. 51–64, 2018, [En línea]. Disponible en: <http://aargentinapciencias.org/wp-content/uploads/2018/03/tomo68-1/4-Duran-cei68-1-5.pdf>.
- [23] P. A. Moreno Cortes, “ENERGÍA EÓLICA: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SU UTILIZACIÓN EN COLOMBIA”, Universidad Libre, 2013.
- [24] A. Vallverdu, “Pavimentos en infraestructura vial”, 2010, 2010. <http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=535&ni=pavimentos-en-infraestructura-vial-avances-y-desafios>.
- [25] E. C. de I. J. Garavito, “Laboratorio de Condiciones de Trabajo: Antropometría”, *Esc. Colomb. Ing. Julio Garavito*, pp. 1–25, 2011, [En línea]. Disponible en: http://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/2956_antropometria.pdf.
- [26] A. Pattini, “Luz Natural e Iluminación de Interiores”, *Man. Iluminación Nat.*, pp. 2–24, 2007.
- [27] RAE, “Luz”. <https://dle.rae.es/luz>.
- [28] M. Renom, “Anemometria”, 2011.
- [29] S. L. C. VELÁZQUEZ, “Diseño de un microaerogenerador de eje vertical”, p. 70, 2010, [En línea]. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/1427/Tesis.pdf?sequence=1>.
- [30] I. Da Riva de la Cavada, “Aerodinamica”, 2020.
- [31] J. Cepeda y A. Sierra, “Aspectos que afectan la eficiencia en los paneles fotovoltaicos y sus potenciales soluciones”, *NAFA SCR Doc.*, vol. 07/80, p. 17,

2007.

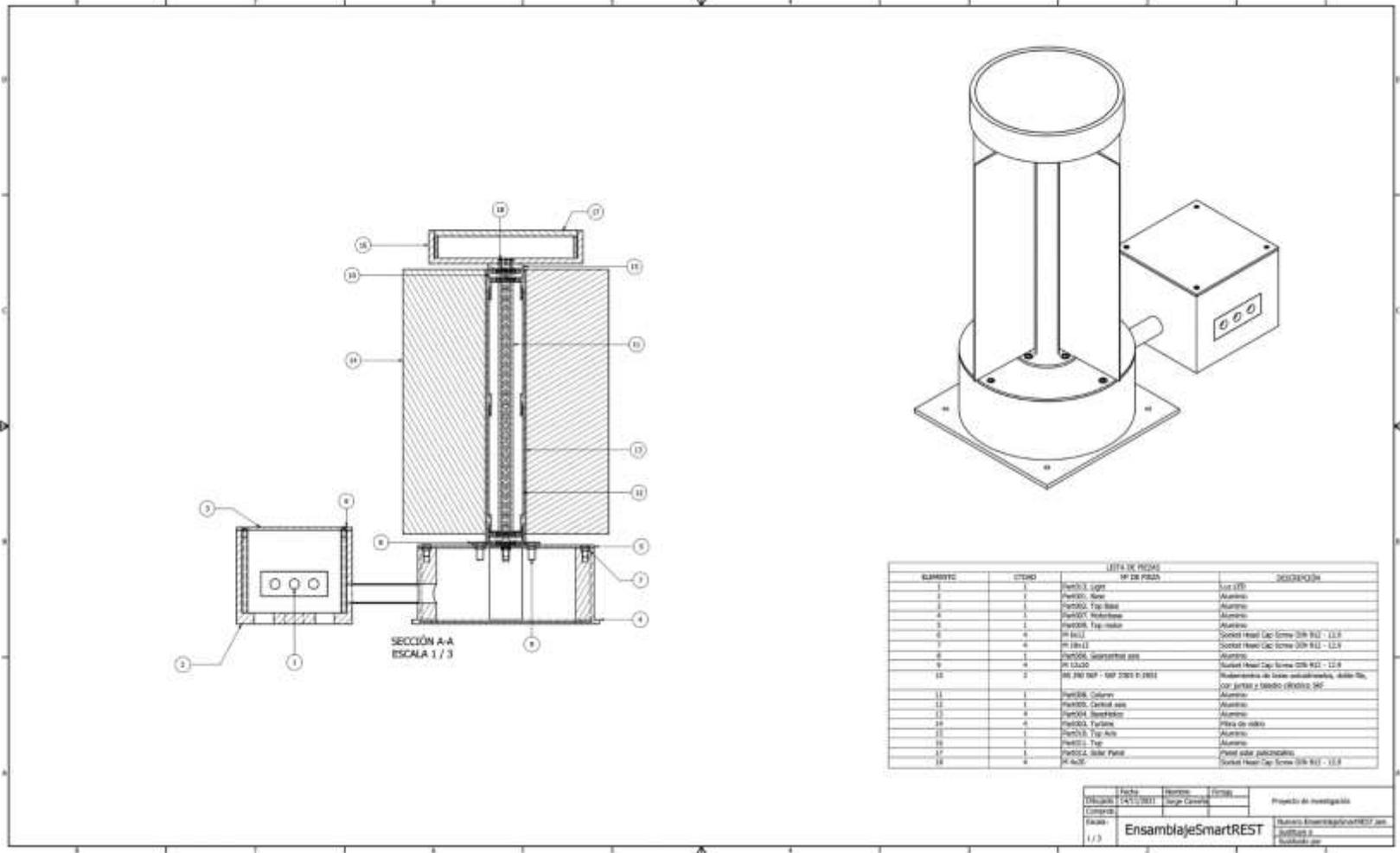
- [32] J. L. Bosques y L. Suacedo, “Electricidad Básica”, *Fac. Trab. Soc. la UNLP*, p. 107, 2005.
- [33] R. E. RICKLEFS, “Ecología Y Ecosistemas”, núm. 60, pp. 40–43, 1985.
- [34] RAE, “Software”. <https://dle.rae.es/software?m=form>.
- [35] RAE, “Hardware”. <https://dle.rae.es/hardware?m=form>.
- [36] V. Vinacua, “Técnicas de investigación social / B. Visauta”, vol. 24, p. 423, 1995.
- [37] I. Vásquez Hidalgo, “Tipos de estudio y métodos de investigación”, *Gestiopolis.com*, 2005. <https://www.gestiopolis.com/tipos-estudio-metodos-investigacion/>.
- [38] A. Otero, “Enfoques de investigación”, *Univ. del Atl.*, núm. August, pp. 3–5, 2018.
- [39] F. Kerlinger y L. Howard, “Investigación del comportamiento: Técnicas y Metodología”, *Google Libros*. p. 525, 2002, [En línea]. Disponible en: <http://books.google.com.mx/books?id=6Y3gOwAACAAJ>.
- [40] F. Kerlinger, “Etapas de la metodología de la investigación”, pp. 1–2.
- [41] A. Conejero, M. Martínez, P. Ayala, y M. Fernández, “El diseño del modelo y prototipo. Herramientas para la comunicación y evaluación”, *Univ. Politécnica Val.*, núm. January, 2012.
- [42] Ministerio de Transporte de Colombia, “Manual de señalización vial”, Colombia, 2015.
- [43] J. F. IDEAM; Ruiz Murcia, “Sistemas de Información del medio ambiente”, Bogota, 2013.
- [44] UPME y IDEAM, “Atlas de Radiación Solar de Colombia Atlas de Radiación

Solar de Colombia”, *Ideam*, p. 166, 2005, [En línea]. Disponible en:
[https://biblioteca.minminas.gov.co/pdf/Atlas de radiación solar Colombia.pdf](https://biblioteca.minminas.gov.co/pdf/Atlas%20de%20radiaci%C3%B3n%20solar%20Colombia.pdf).

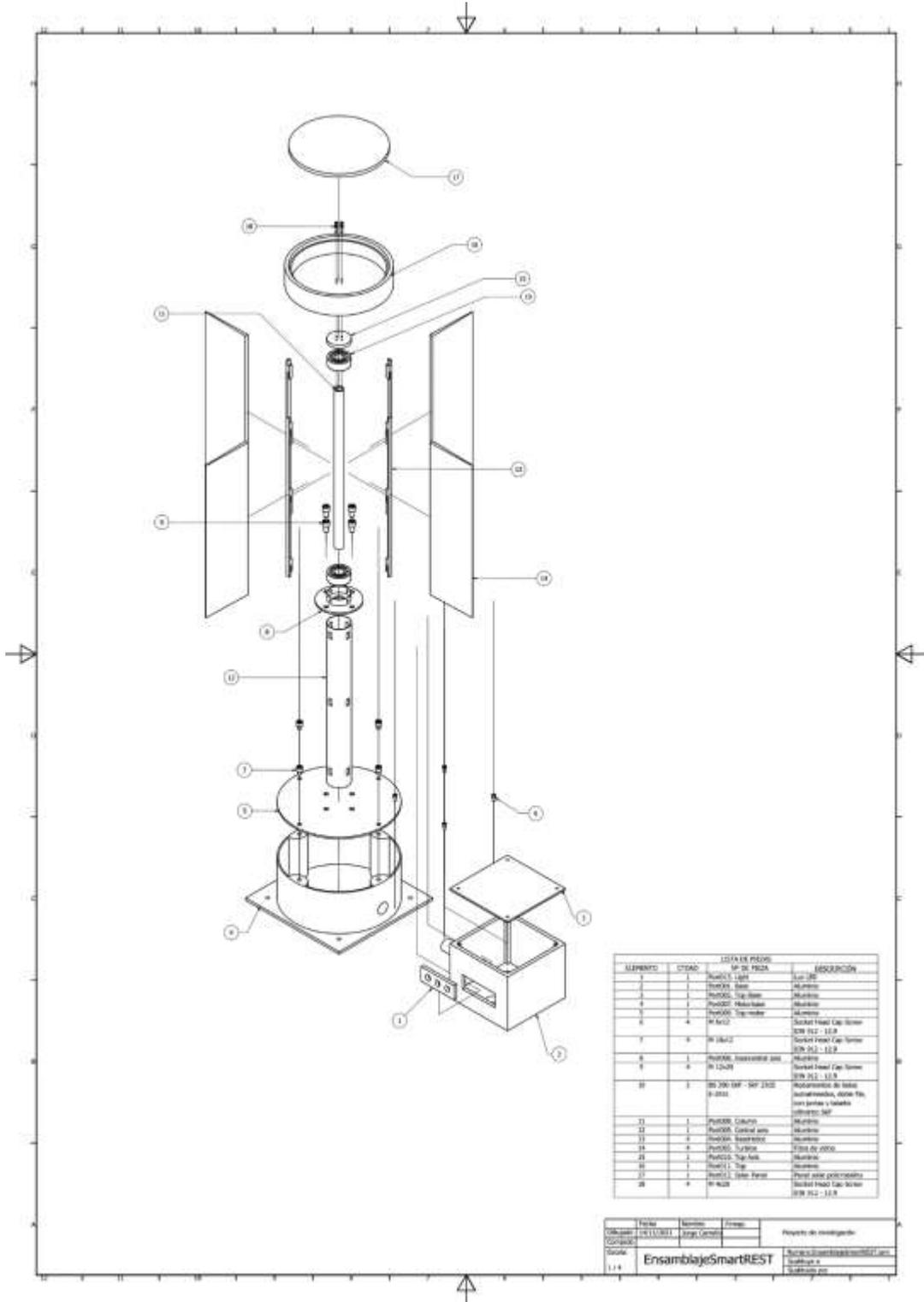
ANEXO A



ANEXO B



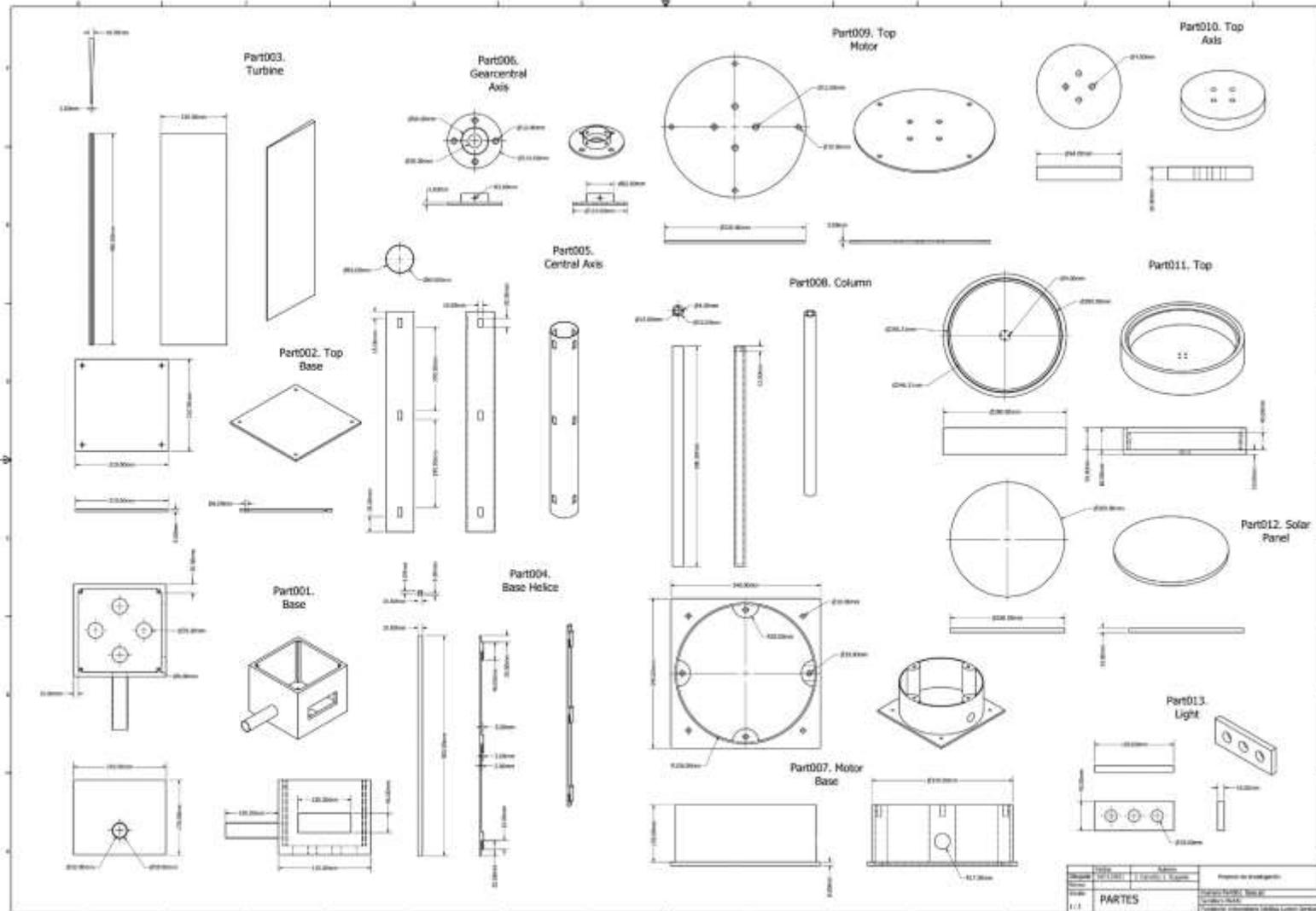
ANEXO C



ELEMENTO	CANTIDAD	REF. DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	PRO001, Light	Light LED
2	1	PRO001, Base	Aluminio
3	1	PRO001, Top Base	Aluminio
4	1	PRO001, Motor Base	Aluminio
5	1	PRO001, Top motor	Aluminio
6	4	M 4x12	Socket Head Cap Screw DIN 912 - 11.8
7	4	M 12x12	Socket Head Cap Screw DIN 912 - 11.8
8	1	PRO001, Accessory unit	Aluminio
9	1	M 12x18	Socket Head Cap Screw DIN 912 - 11.8
10	1	BS 206 10F - 50F 2102 M 20x2	Rotulador de tubo inoxidable, 20x2, 10x con pinzas y tuerca 10x10x100 304
11	1	PRO001, Clutch	Aluminio
12	1	PRO001, Control unit	Aluminio
13	1	PRO001, Base motor	Aluminio
14	4	PRO001, S 1/8"	2.000.01.0000
15	1	PRO001, Top Act.	Aluminio
16	1	PRO001, Top	Aluminio
17	1	PRO001, 1000, Panel	Panel acero inoxidable
18	4	M 4x12	Socket Head Cap Screw DIN 912 - 11.8

Fecha:	Revisión:	Proyecto:	Proyecto de investigación
Elaborado:	18/11/2021	Arturo Lora	
Controlado:			
Grupo:	Ensamblaje SmartREST		Autocad 2020/Inventor 2021/Excel 2016
1.1.4			18/11/2021

ANEXO D





RREDSI "Abriendo las
puertas del
conocimiento".
Red Regional de
Semilleros de Investigación



**X ENCUENTRO REGIONAL DE
SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN**

La Red Regional de Semilleros de Investigación RREDSI
Eje Cafetero y Valle del Cauca

CERTIFICA QUE

JORGE ANDRÉS CARREÑO

con número de identificación 1107513750

Participó como Ponente
en el marco del X Encuentro Regional de Semilleros de Investigación RREDSI
Eje Cafetero y Valle del Cauca, los días 19 y 20 de noviembre de 2020

Dado en Manizales el 20 de noviembre de 2020

Maria Elizabeth Caicedo

Mgto. Hna. María Elizabeth Caicedo Caicedo
Rectora
Universidad Católica de Manizales

Catalina Navas

Mgra. Catalina Trijana Navas
Secretaría General
Universidad Católica de Manizales

NODO RISARALDA,
NODO QUINDÍO Y
NODO VALLE DEL CAUCA.





RREDSI "Abriendo las
puertas del
conocimiento".
Red Regional de
Semilleros de Investigación



**X ENCUENTRO REGIONAL DE
SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN**

La Red Regional de Semilleros de Investigación RREDSI
Eje Cafetero y Valle del Cauca

CERTIFICA QUE

LUZ MARLLY EUGENIO GIRALDO

con número de identificación 1007646216

Participó como Ponente
en el marco del X Encuentro Regional de Semilleros de Investigación RREDSI
Eje Cafetero y Valle del Cauca, los días 19 y 20 de noviembre de 2020

Dado en Manizales el 20 de noviembre de 2020

Maria Elizabeth Caicedo

Mgra. Hna. María Elizabeth Caicedo Caicedo
Rectora
Universidad Católica de Manizales

Catalina Trujana Navas

Mgra. Catalina Trujana Navas
Secretaría General
Universidad Católica de Manizales

NODO RISARALDA,
NODO QUINDIO Y
NODO VALLE DEL CAUCA.



ENISI 2020



Promoviendo la
Investigación
Formativa en
Colombia

RedCOLSI hace constar que,

JORGE ANDRÉS CARREÑO

Con número de documento de identidad 1107513750

Participó en el **XXIII ENCUENTRO NACIONAL Y XVII ENCUENTRO INTERNACIONAL DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN**, realizado de manera virtual para el año 2020, en calidad de

PONENTE

Con el proyecto:

Dispositivo autosostenible como alternativa para contribuir a problemas relacionados con la seguridad vial


HOLME HARRINSO GUTIÉRREZ BAUTISTA

Coordinador Nacional

Diciembre 10 de 2020



RedCOLSI hace constar que,

LUZ MARLLY EUGENIO

Con número de documento de identidad 1007646216

Participó en el **XXIII ENCUENTRO NACIONAL Y XVII ENCUENTRO INTERNACIONAL DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN**, realizado de manera virtual para el año 2020, en calidad de

PONENTE

Con el proyecto:

Dispositivo autosostenible como alternativa para contribuir a problemas relacionados con la seguridad vial


HOLME HARRINSO GUTIERREZ BAUTISTA
Coordinador Nacional
Diciembre 10 de 2020



V ENCUENTRO INTERNACIONAL
DE GRUPOS Y SEMILLEROS
DE INVESTIGACIÓN



Certifican que

Jorge Andrés Carreño Pérez

Con C.C No. 1107513750

Participó en calidad de

PONENTE

Título ponencia: Dispositivo autosostenible como alternativa para mitigar problemas relacionados con la seguridad vial

Docente Orientador: Carlos William Sánchez

Realizado de manera virtual, en la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca,
los días 13 y 14 de mayo de 2020.

Sandra Patricia Valencia
Vicepresidenta Regional Pacífico de ACIET

Juan Carlos Cruz Ardila
Coordinador Mesa Sur Pacífico de Investigaciones



V ENCUENTRO INTERNACIONAL
DE GRUPOS Y SEMILLEROS
DE INVESTIGACIÓN



Certifican que

Luz Marilly Eugenio Giraldo

Con C.C No. 1007646216

Participó en calidad de

PONENTE

Título ponencia: Dispositivo autosostenible como alternativa para mitigar problemas relacionados con la seguridad vial. **Docente Orientador:** Carlos William Sanchez

Realizado de manera virtual, en la ciudad de Santiago de Cali, Valle del Cauca,
los días 13 y 14 de mayo de 2020.

Sandra Patricia Valencia
Vicepresidenta Regional Pacífico de ACIET

Juan Carlos Cruz Ardila
Coordinador Mesa Sur Pacífico de Investigaciones



La Red colombiana de Semilleros de Investigación

NODO VALLE DEL CAUCA

Certifica Que

JORGE ANDRÉS CARREÑO

Participó en calidad de

PONENTE

En el XVII Encuentro Departamental de Semilleros de Investigación,
realizado los días 7, 8, 9 y 10 de Octubre de 2020

A handwritten signature in black ink, appearing to read "M. Del Carmen Jiménez Ruiz".

María Del Carmen Jiménez Ruiz
Coordinadora Nodo Valle
RedCOLSI



Atrévete a investigar, un compromiso para toda la vida



La Red colombiana de Semilleros de Investigación

NODO VALLE DEL CAUCA

Certifica Que

LUZ MARLLY EUGENIO

Participó en calidad de

PONENTE

En el XVII Encuentro Departamental de Semilleros de Investigación,
realizado los días 7, 8, 9 y 10 de Octubre de 2020

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Lucas" or similar, written over a horizontal line.

Maria Del Carmen Jiménez Ruiz
Coordinadora Nodo Valle
RedCOLSI



Atrévete a investigar, un compromiso para toda la vida