



## **TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO**

VIGILANCIA TECNOLÓGICA A GENERACIÓN DE ENERGÍA A TRAVÉS DE  
REDUCTORES DE VELOCIDAD VEHICULAR

## **AUTOR**

SANTIAGO ANDRES SANCHEZ ORDOÑEZ - 1098753874

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA  
TECNOLOGIA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECHANICO  
BARRANCABERMEJA

Fecha de Presentación: 29-04-2020



**TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO**

VIGILANCIA TECNOLÓGICA A GENERACIÓN DE ENERGÍA A TRAVÉS DE  
REDUCTORES DE VELOCIDAD VEHICULAR

**AUTOR**

SANTIAGO ANDRES SANCHEZ ORDOÑEZ - 1098753874

**Trabajo de Grado para optar al título de**  
TECNÓLOGO EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO

**DIRECTOR**

ING. JUAN MANUEL BAYONA ARENAS

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN – DIANOIA**

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA  
TECNOLOGIA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO  
BARRANCABERMEJA

Fecha de Presentación: 29-04-2020

Nota de Aceptación

Trabajo de grado titulado: Vigilancia tecnológica  
a generación de energía a través de reductores  
de velocidad vehicular

Presentado por: Santiago Andrés Sanchez  
Ordoñez. Para optar el título de Tecnólogo en  
operación y mantenimiento electromecánico.

---

APROBADO

---



---

Firma del jurado



---

Firma del Jurado

Barrancabermeja, 29 de Abril de 2020

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación en primera instancia a Dios, máximo exponente de la sabiduría y el conocimiento por el logro que me ha permitido alcanzar; a mi familia, en especial a mi mamá por el apoyo y la motivación que me ha brindado a lo largo del proceso, y a todas aquellas personas que con sus aportes hicieron posible el alcance de esta meta.

**SANTAGO ANDRES SANCHEZ ORDOÑEZ**

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer, en primer lugar, a Dios por guiarme y fortalecer mi espíritu para iniciar este camino lleno de éxito.

Agradezco por la realización del trabajo al ingeniero Alexis López Figueroa por acompañar la última etapa de mi carrera, aclarándome los conocimientos básicos del proyecto, algo útil para mi vida profesional. Igualmente, mi gratitud a cada docente que estuvo presente en cada paso que di para llegar hasta acá, gracias por la ayuda, las palabras de motivación, conocimientos, sus consejos y su dedicación.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>10</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	
¡Error! Marcador no definido.	
<b>1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>14</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	14
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.3. OBJETIVOS .....	16
1.3.1. Objetivo general .....	16
1.3.2. Objetivos específicos .....	16
1.4. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES .....	17
<b>2. MARCOS REFERENCIALES</b> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.1. MARCO TEÓRICO.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.2. MARCO HISTÓRICO.....	27
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.4. MARCO LEGAL.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.4. MARCO AMBIENTAL.....	50
<b>3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO</b> .....	<b>54</b>
3.1. DISEÑO CONCEPTUAL DE UN GENERADOR DE ENERGÍA MEDIANTE REDUCTORES DE VELOCIDAD VEHICULAR CASOS MEXICO, INDIA Y CÁNADA.....	54

3.2. DISEÑO CONCEPTUAL DE UN GENERADOR DE ENERGÍA MEDIANTE MODULOS PIEZOELÉCTRICOS CASOS COLOMBIA, ESPAÑA Y PERÚ .....	71
3.3. ANALISIS PEST SOBRE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA A TRAVÉS DE REDUCTORES DE VELOCIDAD VEHICULAR.....	98
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>105</b>
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>106</b>
<b>6. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>107</b>
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>108</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metodología .....	18
Figura 2. Análisis PEST .....	23
Figura 3. Pasos del proceso de Vigilancia e inteligencia.....	35
Figura 4. Señal de Transito de reductor de velocidad SP-25 .....	38
Figura 5. Reductor circular .....	40
Figura 6. Reductor Trapezoidal .....	41
Figura 7. Reductor tipo Cojin.....	39
Figura 8. Resalto de sección circular .....	40
Figura 9. Resalto de sección trapezoidal .....	41
Figura 10. Detalle del Refuerzo para Resalto circular .....	42
Figura 11. Detalle del Refuerzo para Resalto trapezoidal .....	42
Figura 12. Resalto de sección cojín .....	43
Figura 13. Estoperol .....	44
Figura 14. Reductor vehicular portátil.....	45
Figura 15. Tachas y boyas .....	46
Figura 16. Resalto Parabólico .....	47
Figura 17. Alternativa 1 de prototipo .....	55
Figura 18. Alternativa 2 de prototipo .....	56
Figura 19. Alternativa 3 de prototipo .....	57
Figura 20. Alternativa de prototipo elegida .....	58
Figura 21. Modelo CAD de prototipo .....	58
Figura 22. Diagrama de bloques del dispositivo.....	60
Figura 23. Fabricación del dispositivo .....	61
Figura 24. Pruebas de resistencia del dispositivo. ....	62



Figura 25. Prueba del dispositivo en un vehículo .....	63
Figura 26. Diagrama de circuitos para motores individuales .....	64
Figura 27. Diseño de prototipo en fases iniciales .....	67
Figura 28. Montículo propuesto como soporte del prototipo a diseñar .....	68
Figura 29. Esquema interior del prototipo a diseñar .....	69
Figura 30. Vista general del prototipo diseñado .....	70
Figura 31. Vista general e interior del prototipo diseñado .....	71
Figura 32. Pieza piezoeléctrica .....	72
Figura 33. Componentes empleados para el desarrollo del sistema experimental	80
Figura 34. Cortes en la viga de madera .....	81
Figura 35. Motor DC encajado en la viga de madera .....	81
Figura 36. Fuente de alimentación variable Agilent U8032A.....	82
Figura 37. Piezas para generar distintas amplitudes de vibración .....	83
Figura 38. Abrazadera de sujeción del Mide Volture V22B .....	83
Figura 39. Conexión del LED y Mide Volture V22B con el Demo Circuit 1459B-A	84
Figura 40. Sujeción de la estructura vibratoria con la mordaza de presión .....	85
Figura 41. Estructura final del sistema experimental.....	86
Figura 42. Vista general del sistema mecatrónico.....	88
Figura 43. Vista del sistema de embrague y disco de inercia del sistema mecatrónico .....	89
Figura 44. Vista superior y lateral del sistema mecatrónico (No incluye estructura metálica).....	90
Figura 45. Diagrama de funcionamiento del sistema mecatrónico .....	91
Figura 46. Rueda libre RENOLD F2-D2 25mm y ubicación en el sistema mecatrónico .....	92
Figura 47. Ubicación de los resortes en la bisagra de la rampa.....	93

Figura 48. Generador DC de imanes permanentes #443905, marca Windstream Power y Montaje del generador y ubicación de las baterías y la caja electrónica en el sistema mecatrónico.....	94
Figura 49. Batería principal de 12 V 40 Ah, marca SMART BATTERY .....	95
Figura 50. Batería secundaria Yuasa NP3.2 12V .....	95
Figura 51. Índice de cobertura de Energía Eléctrica –ICEE y usuarios por departamento 2012 .....	98

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Potencia media para el vehículo con peso constante.....	63
Tabla 2. Tensión y corriente de carga del vehículo correspondiente .....	64
Tabla 3. Resultados del sometimiento de la celda piezoeléctrica experimental a diversas fuerzas .....	75
Tabla 4. Cálculo de la Potencia generada cada 0,5 segundos .....	76
Tabla 5. Cálculo de la energía generada por día Kwh en el sentido Cali-Palmira: Peaje Estambul .....	77
Tabla 6. Cálculo de la energía generada por día Kwh en el sentido Palmira- Cali: Peaje CIAT .....	77
Tabla 7. Listado componentes utilizados .....	80

## RESUMEN EJECUTIVO

Con el desarrollo del presente proyecto se analiza por medio de la vigilancia tecnológica, la generación de energía a través de reductores de velocidad vehicular, teniendo en cuenta que la Vigilancia Tecnológica (VT), se enfoca en captar, analizar y difundir información de diversa índole económica, tecnológica, política, con el fin de identificar oportunidades y amenazas provenientes del entorno, que puedan incidir en el futuro de una organización.

Se establece una serie de parámetros a seguir con los procedimientos que emplean la metodología, se inicia con un método descriptivo que trabaja sobre la realidad de hechos es decir, sobre teorías o postulaciones ya realizadas por otros investigadores que ayudan a enfocar específicamente en la generación de energía por medio de reductores de velocidad, los cuales son fundamentales para guiar el desarrollo del trabajo, las diferentes fases del proyecto dan como resultado la verificación de datos arrojados, a su vez se utilizan para la tabulación y comprobación de los mismos.

Palabras clave: Energía. Generación de Energía. Reductores de velocidad. Energías renovables. Vigilancia tecnológica.

## INTRODUCCIÓN

Según Fuentes (2010), la vigilancia tecnológica es un sistema de gestión de información, que tiene el objetivo de facilitar la toma de decisiones. Se trata de un proceso sistemático y selectivo de búsqueda, recopilación, análisis y difusión de información que sirve de ayuda para que las empresas se anticipen a las posibles oportunidades o amenazas que puedan afectar las estrategias de negocios

En los últimos años, el mercado energético se ha posicionado como uno de los temas principales de la agenda mundial. La generación, distribución y consumo de energía, debido a su impacto económico y social, abarca el entorno local, nacional y mundial.

La matriz energética de Colombia en la actualidad se encuentra conformada en un 42% por energía hidroeléctrica. Le siguen el carbón y el petróleo con un 27% y un 24% respectivamente. Muy por debajo porcentualmente hablando se encuentran el gas natural con un 5%, para terminar recluidas en último lugar las Energías Renovables No Convencionales, que aportan un mínimo porcentaje comparativo que no supera en 2% de total generado nacional (Revista Energía, 2016)

Lo anterior plantea un desafío social y crea una base investigativa de las energías renovables no convencionales (ERNC), porque abre una puerta hacia soluciones nuevas, que pueden ayudar a suplir la creciente demanda energética, para de manera eficiente y limpia aprovechar el potencial (agua, aire, sol, etc.) de las zonas donde se requiera.

La generación eléctrica a partir del flujo de vehículos está en fases tempranas si se compara con las generadas por otras fuentes de energía renovable no convencionales (ERNC), como lo son la energía solar y eólica. El desarrollo tecnológico se limita a prototipos y proyectos en etapa de diseño. Por lo que, la presente investigación busca realizar una revisión bibliográfica que permita conocer el estado de la misma, buscando con ello realizar una aproximación al tema que permita vislumbrar la implementación de un sistema que aproveche el peso de los vehículos y lo transforme en energía eléctrica en nuestro país.

## **1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La generación de energía por medio de innovación y aprovechamiento de los recursos existentes es una estrategia muy importante para con esto cuidar el medio ambiente, puesto que las energías renovables son fuentes de energías limpias, inagotables y crecientemente competitivas. Se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del planeta, pero sobre todo en que no producen gases de efecto invernadero causantes del cambio climático ni emisiones contaminantes.

Colombia en comparación con países latinoamericanos como Chile, Argentina, Brasil y México, la inversión en actividades de investigación es muy baja:

El crecimiento exponencial en términos de ciencia y tecnología en los últimos años ha obligado a los diferentes sectores a implementar metodologías organizacionales que permitan disminuir el margen de diferencia frente a los avances del entorno y tomar ventaja con fundamentos técnicos y científicos de los cambios que se presentan (CAVIEDES, 2016, pág. 112).

La Vigilancia Tecnológica es una herramienta útil para solucionar los inconvenientes que tienen las diferentes organizaciones ante los múltiples cambios del entorno, pues se estima que la viabilidad de los proyectos que aplican VT es mayor que la de aquellos que no la practican. La VT es la observación y el análisis del entorno, seguidos por la difusión bien especificada de las informaciones seleccionadas y analizadas, útiles para la toma de decisiones estratégicas” (Gibbons, 1996).

Por tal razón, por medio de la vigilancia tecnológica se evalúa la manera en la cual se puede generar energía a través de reductores de velocidad vehicular teniendo en cuenta los componentes necesarios y el paso a paso de lo que se debe hacer para el aprovechamiento de la energía suministrada por los vehículos al momento de pasar por estos.

De allí surge la pregunta: ¿Cómo generar energía eléctrica por medio de los reductores de velocidad vehicular, teniendo en cuenta la vigilancia tecnológica para la toma de decisiones estratégicas?

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

Por medio de recopilación de información y basado en autores se analiza la forma en la cual se genera energía por medio de reductores de velocidad vehicular, con el fin de conocer las ventajas, desventajas y el impacto que genera en el entorno social, cultural, económico de un país, conociendo por medio de curso virtuales la importancia y las herramientas que constituyen la vigilancia tecnológica.

Las energías renovables ya han mostrado avances importantes en las décadas recientes. La impresionante reducción de costos de estas tecnologías, junto con la esperada subida de los precios de los hidrocarburos en el presente y el futuro, y la valoración de los costos ambientales ligados a los sistemas convencionales de suministro de energía, han hecho posible que algunas tecnologías de energías renovables sean totalmente competitivas para su uso masivo hoy en día, y que otras lo serán en los años venideros. Todo esto sumado al enorme potencial de recursos de ER disponibles en México, por cierto, con un mayor potencial que los combustibles fósiles (Centro de Investigación en Energía, 2010. pp. 17).

La presente investigación, se enfoca en la generación de energía por medio de reductores de velocidad, teniendo en cuenta los componentes y factores externos que pueden contribuir al enfoque; por tal razón, por medio de la vigilancia tecnológica se busca analizar las ventajas y desventajas del tipo de investigación y el soporte técnico efectuado a los equipos, siendo un avance tecnológico importante en cuanto al cuidado del medio ambiente por medio de energía limpia renovable. Lo cual conlleva a fundamentar el proyecto con una descripción puntualizada en los



procedimientos llevados a cabo, los paso a paso establecidos para implementación, evidenciando las características encontradas e identificando en cada proceso.

Finalmente, entre los beneficios del proyecto se encuentra la adquisición de herramientas innovadores para la enseñanza de todo lo referente al área de generación de energía renovables, teniendo en cuenta la observación y el análisis del entorno. Para los estudiantes de las Unidades Tecnológicas de Santander regional Barrancabermeja de Tecnología Electromecánica que son miembros de la línea de investigación DIANOIA, representa una ventaja para el desarrollo de lo aprendido teóricamente llevándolo a la práctica, cumpliendo con formar profesionales para el crecimiento y el desarrollo de la región.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Analizar por medio de la vigilancia tecnológica la generación de energía a través de reductores de velocidad vehicular con el fin de determinar los beneficios que generan.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Suministrar información de los países que utilizan la generación de energía por medio de topes o reductores de velocidad vehicular, teniendo en cuenta la manera en la cual se hace la transformación de la energía y cada uno de los componentes necesarios como valor estratégicos sobre las tecnologías y sus tendencias previsibles, para la futura toma de decisiones empresariales.
- Aplicar un análisis de contexto con el fin de involucrar las variables que inciden sobre el proyecto teniendo en cuenta los factores Políticos, Económicos, Sociales y Tecnológicos, por medio del método PEST.

#### **1.4. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES**

El análisis de trabajos y artículos nacionales e internacionales, que tienen relación con el tema a desarrollar, permite conocer metodologías en que se basaron otros autores para generar energía por medio de reductores de velocidad vehicular.

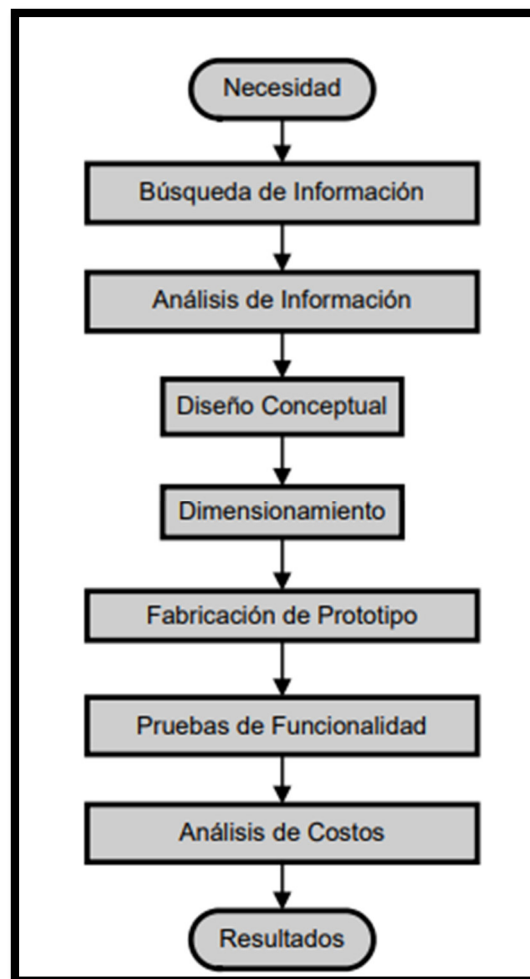
Álvaro Sánchez en 2015, en el Instituto Tecnológico de Celaya de México, planteó la tesis de grado Diseño conceptual de un generador de energía mediante reductores de velocidad vehicular: parte mecánica. En la investigación realizada presenta el diseño conceptual de un dispositivo electromecánico para captar la energía disponible en el flujo vehicular y transformarla en energía eléctrica.

Como inicio se consideró una metodología de diseño general para obtener la propia al trabajo, en la etapa del análisis de las alternativas se utilizó la metodología TRIZ que considera los requerimientos establecidos, posteriormente se diseñó el dispositivo mecánico auxiliados por ingeniería asistida por computadora CAD-CAE, seguido de la simulación de las partes con el propósito de reducir tiempos de implementación y la posibilidad de evitar errores en la construcción del prototipo y para estimar la potencia eléctrica a generar. Se logró obtener un prototipo virtual que satisface el principio de funcionamiento del sistema (Sanchez, 2015, pág. 14).

Para el desarrollo del proyecto fue necesario utilizar una gran variedad de herramientas, todas ellas se resumen en la metodología aplicada, la cual sirvió como guía durante la investigación y facilitó el proceso de diseño. El diagrama que representa una secuencia de procesos por niveles, cada nivel significó la realización

de tareas distintas, partiendo de la identificación de una necesidad hasta llegar a los resultados.

Figura 1. Metodología



Fuente: Álvaro Sánchez. Diseño conceptual de un generador de energía mediante reductores de velocidad vehicular: parte mecánica: Instituto Tecnológico de Celaya. México 2015. p. 62

Luis Miguel Dajes Dávalos (2016) de la universidad Pontificia Universidad Católica del Perú, titulada Generación de energía eléctrica a partir del paso de vehículos por un reductor de velocidad de sección trapezoidal.

La investigación planteada tiene como objetivo:

Desarrollar una propuesta de obtención de energía a través del tránsito vehicular por un “rompemuelle” (reductor de velocidad) ubicado en la carretera. Como una medida de seguridad vial, las autoridades están instalando reductores de velocidad, conocidos como “rompemuelles” con la intención de reducir la potencialidad de accidentes e incidentes de tránsito en los sectores de las carreteras que atraviesan las zonas urbanas y que no presentan la debida señalización (Dávalos, 2016, pág. 14).

En el país existen muchas estaciones de pesaje y de peaje que no cuentan con suministro de energía eléctrica por lo que recurren al uso de sus propios grupos electrógenos. (Dávalos, 2016) En algunos casos, las estaciones tienen un bajo consumo de energía, sin embargo deben mantener encendido el grupo electrógeno, lo que significa un permanente consumo de combustible.

En muchas zonas urbanas el suministro eléctrico se realiza por cableado aéreo, lo que en algunas ocasiones resulta difícil e inseguro conseguir la electricidad para la señalización e iluminación diferenciada del reductor de velocidad.

El principal objetivo es obtener la mayor cantidad de energía a partir del empleo de un multiplicador de velocidad, la inercia de un disco y un generador eléctrico. La energía potencial de un vehículo debido a su peso

puede ser aprovechada a través de un mecanismo que la transforme en energía cinética y posteriormente a energía eléctrica (Dávalos, 2016, pág. 15).

El sistema mecatrónico ofrece una fuente de energía que podrá ser usada en señalizaciones en las carreteras, estaciones de pesaje y de peaje que no cuentan con suministro de energía eléctrica; así como los “rompemuelles” ubicados en las zonas urbanas en el que el suministro de energía por la vía aérea resulta peligroso.

Cesar Dorian Rupa (2016) de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, de Perú plantea una tesis de grado titulada “Generación de energía eléctrica no convencional utilizando la presión que ejercen los vehículos sobre los desaceleradores” (pág. 1).

El trabajo de investigación muestra un procedimiento de generación constituido por tres etapas funcionales:

- Producción del insumo mecánico
- Transformación a energía mecánica rotatoria
- Conversión a energía eléctrica.

El objetivo formulado fue demostrar que se puede transformar el movimiento mecánico lineal obtenido de los desaceleradores de los vehículos (rompe muelles) en energía eléctrica. Logrando modificar una variable mecánica lineal en una variable rotatoria y finalmente lograr una variable de energía eléctrica. El proyecto en forma factual consistió en ubicar fuentes de generación mecánica siendo una de ellas las denominados rompemuelles móviles, que al paso de las unidades de

transporte aprovechan la energía potencial que se ocasiona y crean fuerzas mecánicas verticales las que mediante un sistema de brazos y engranajes son convertidos a movimiento mecánico giratorio con variables: velocidad y torque, estas variables mediante el uso del generador de polos simulados se convierten en energía eléctrica (CAVIEDES, 2016).

Según Cesar Dorian (2016), todo proceso mecánico y tecnológico ha sido modelado logrando obtener respuestas tanto en el campo práctico, así como en el campo analítico. Para la demostración experimental del proceso de investigación se construyó un prototipo del equipo, la misma que fue validada en la operación a nivel experimental, la aplicación posterior es variada, desde señales de seguridad o fuentes eléctricas de emergencia en casos de emergencia o especiales en las vías públicas.

Carlos Rodríguez (2009) de la Universidad Complutense de Madrid, plantea en la tesis de grado titulada “Sistema de Vigilancia Tecnológica y Agentes Inteligentes, haciendo hincapié en el problema fundamental de evaluar y gestionar fuentes de información, proponiendo un diseño orientado a agentes para estudiar el impacto de una implementación concreta de modelos de confianza que ayude a gestionar fuentes de información.” (pág. 5).

El proyecto se estructura de la siguiente manera:

- Capítulo 1. Introducción
- Capítulo 2. “Se presenta formalmente lo que es un Sistema de Vigilancia Tecnológica introduciendo brevemente los problemas principales. Asimismo,

se presentan varios modelos de confianza describiendo brevemente sus características (pág. 15)".

- Capítulo 3. "Se propone un diseño orientado a agentes donde la calidad de una fuente se mide de acuerdo con el modelo de confianza REGRET. En el modelo, los agentes representan tanto a los usuarios como a las distintas funcionalidades que se presumen del sistema" (pág. 15).
- Capítulo 4. "Se describen las conclusiones extraídas, trabajos futuros y se dan algunas evaluaciones del uso de la Metodología y las Herramientas de INGENIAS en el modelado de la confianza y la reputación en los Sistemas Multiagentes" (pág. 15).

Las labores de Vigilancia Tecnológica se soportan con Sistemas de Vigilancia Tecnológica. Estos sistemas, para ofrecer información de calidad, requieren que las propias fuentes de información que gestiona sean de calidad.

Una forma de conseguirlo es mediante modelos de confianza. Se han estudiado cuatro modelos de confianza posibles, todos los cuales parece aplicables al problema en cuestión. Como punto de inicio de la investigación, se elige el más difundido, el REGRET, para su incorporación dentro del diseño orientado a agentes que se verá en la siguiente sección (Rodríguez, 2009, pág. 33).

Sergio Rodríguez (2018) de la Universidad Nacional de Colombia plantea en la tesis de grado titulada "Propuesta metodológica basada en vigilancia tecnológica para el desarrollo del marco regulatorio de las fuentes no convencionales renovables de



energía en Colombia” (pág. 9), donde se realiza una descripción general de las políticas para la promoción e integración de las fuentes no convencionales de energía renovable en países de referencia y en Colombia, donde se identifica la brecha que existe entre países con políticas maduras y alta penetración de las energías renovables en la matriz energética con respecto a Colombia y la región.

Dado el contexto y la justificación de los numerales previos del capítulo a continuación se sintetizan los factores del análisis de contexto que merecen revisión continua, y que bajo la metodología de la VTelC presentada en el capítulo 2 aportarán elementos de decisión en términos de I+D, política pública, fortalecimiento institucional y formación de capacidades que favorezcan la regulación de las FNCER en Colombia (Rodriguez, 2018, pág. 122).

Figura 2. Análisis PEST



Fuente: Sergio Rodríguez. Propuesta metodológica basada en vigilancia tecnológica para el desarrollo del marco regulatorio de las fuentes no convencionales renovables de energía en Colombia parte mecánica: Universidad Nacional de Colombia. Bogotá 2018. p. 62

El análisis de contexto, que hace parte de la metodología propuesta y que en el documento se presentó como un capítulo individualizado, resalta indicadores de pobreza, desigualdad, desempleo y bajo ingreso como medición y muestra de las necesidades insatisfechas de la población colombiana.

Los incentivos y la promoción de las fuentes renovables de energía claramente tienen un impacto sobre el bienestar de la población, particularmente de aquella que habita en las aun existentes zonas sin cobertura o con deficiente cobertura del servicio de energía eléctrica. Sin embargo es imperante que los esfuerzos del estado atiendan necesidades más inmediatas de la población y se permita al mercado eléctrico, con la regulación adecuada, operar libre y competitivamente (Rodríguez, 2018, pág. 126).

Carlos Marulanda (2016) de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales expone en la tesis de grado titulada “Vigilancia tecnológica para estudiantes universitarios” (pág. 5), una investigación que tiene como objetivo establecer la percepción de la vigilancia tecnológica de los estudiantes de pregrado de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. La vigilancia tecnológica entendida como la captación permanente del exterior y de la propia organización sobre ciencia y tecnología para convertirla en conocimiento, no está siendo bien aprovechada por los estudiantes. Para el estudio se utilizaron métodos de

observación, análisis y síntesis y un tipo de estudio descriptivo exploratorio y correlacional.

Los resultados evidencian que la universidad está haciendo esfuerzos importantes desde la adquisición de herramientas y la inversión de recursos en medios de divulgación. Sin embargo, los estudiantes no lo perciben en forma adecuada y no aplican los avances. Por ejemplo, los estudiantes no están usando en forma masiva el recurso más popular disponible hoy en día como son los teléfonos móviles para hacer una adecuada vigilancia tecnológica. Este estudio aporta a la comunidad académica para la definición de una línea base que permita futuras actuaciones para potenciar la apropiación de herramientas de vigilancia tecnológica en procesos de aprendizaje (Marulanda, 2016, pág. 64).

## **2. MARCO REFERENCIAL**

### **2.1. MARCO TEÓRICO**

#### **Función de Vigilancia Tecnológica**

Para formalizar la función de vigilancia, es necesario focalizar, sistematizar y estructurar el proceso.

**Focalizar:** Centrarse en determinados aspectos de la organización o proyecto y su entorno, por razones de coste y tiempo de dedicación. Ninguna organización puede dedicarse a vigilar y/o subcontratar todos los aspectos, la vigilancia debe hacerse de acuerdo a los objetivos estratégicos.

**Sistematizar:** Realizar seguimiento y explotación regular de los hechos que afectan a la organización. Definir y delimitar correctamente la función vigilancia y garantizar la calidad, regularidad y homogeneidad de la misma.

**Estructurar:** La vigilancia debe estructurarse apoyándose en una organización interna descentralizada basada en la creación de redes tanto físicas como virtuales y con toma de decisiones en múltiples niveles (Gomez, 2015, pág. 18).

#### **Teoría de Vigilancia Tecnología**

En los últimos años los fenómenos de globalización han generado mayor disponibilidad de la información y el conocimiento se ha convertido en el bien máspreciado de las personas.

La Vigilancia Tecnológica brinda herramientas para tomar la información disponible de forma estratégica identificando productos, señales tecnológicas, legislación, comportamiento sectorial, enfocado en la toma de decisiones asertivas (Gomez, 2015, pág. 20).

### **Practica de Vigilancia Tecnológica**

No existe un límite para realizar los procesos de Vigilancia, ésta puede ser llevada a cabo desde un usuario con un proyecto claro, como organizaciones pequeñas, medianas y grandes; incluso puede llegar a niveles regionales, nacionales o internacionales, siempre en función de la toma de decisiones (Gomez, 2015, pág. 20).

### **Proceso General de Vigilancia Tecnológica**

Según Dorely Gomez (2015) “Para realizar un proceso de vigilancia tecnológica se requiere de una metodología y para realizarla e implementarla se necesita el establecimiento de un proceso que está dado por la planeación, observación, captación, análisis y comunicación” (pág. 20).

## **2.2. MARCO HISTÓRICO**

Thales de Miletus (630–550 AC) fue el primero, que cerca del año 600 AC, conociera el hecho sobre que el ámbar, al ser frotado adquiere el poder de atracción sobre algunos objetos. Sin embargo, fue el filósofo griego Theophrastus (374–287 AC) el primero, que en un tratado escrito tres siglos después, estableció que otras

sustancias tienen este mismo poder, dejando así constancia del primer estudio científico sobre la electricidad (educacion, 2018, pág. 2).

En 1600, la Reina Elizabeth I ordena al Físico Real William Gilbert (1544–1603) estudiar los imanes para mejorar la exactitud de las Brújulas usadas en la navegación, siendo este trabajo la base principal para la definición de los fundamentos de la Electroestática y Magnetismo. Gilbert fue el primero en aplicar el término Electricidad del Griego "elektron" = ámbar. Gilbert es la unidad de medida de la fuerza magnetomotriz (educacion, 2018, pág. 2).

En 1752, Benjamín Franklin (1790) demostró la naturaleza eléctrica de los rayos. Desarrolló la teoría de que la electricidad es un fluido que existe en la materia y su flujo se debe al exceso o defecto de este en ella. Inventó el pararrayos. En 1780 inventa los lentes Bifocales (educacion, 2018, pág. 3).

En 1776, Charles Agustín de Coulomb (1806) inventó la balanza de torsión con la cual, midió con exactitud la fuerza entre las cargas eléctricas y corroboró que dicha fuerza era proporcional al producto de las cargas individuales e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. Coulomb es la unidad de medida de Carga eléctrica (educacion, 2018, pág. 3).

En 1800, Alejandro Volta (1745–1827) construye la primera celda Electroestática y la batería capaz de producir corriente eléctrica. Su inspiración le vino del estudio realizado por el Físico Italiano Luigi Galvani (1737–1798) sobre las corrientes nerviosas–eléctricas en las ancas de ranas. Galvani propuso la teoría de la Electricidad Animal, lo cual contrarió a Volta, quien creía que las contracciones

musculares eran el resultado del contacto de los dos metales con el músculo (educacion, 2018, pág. 3).

Las investigaciones posteriores le permitieron elaborar una celda química capaz de producir corriente continua, fue así como desarrollo la Pila. Volt es la unidad de medida del potencial eléctrico (Tensión). Desde 1801 a 1815, Sir Humphry Davy (1778–1829) desarrolla la electroquímica (nombre asignado por él mismo), explorando el uso de la pila de Volta o batería, y tratando de entender como ésta funciona (educacion, 2018, pág. 4).

En 1801 observa el arco eléctrico y la incandescencia en un conductor energizado con una batería. Entre 1806 y 1808 publica el resultado de las investigaciones sobre la electrólisis, donde logra la separación del Magnesio, Bario, Estroncio, Calcio, Sodio, Potasio y Boro (educacion, 2018, pág. 4).

En 1807 fabrica una pila con más de 2000 placas doble, con la cual descubre el Cloro y demuestra que es un elemento, en vez de un ácido. En 1815 inventa la lámpara de seguridad para los mineros (educacion, 2018, pág. 4).

Sin ningún lugar a duda, el descubrimiento más importante lo realiza en el mismo año, cuando descubre al joven Michael Faraday y lo toma como asistente. En 1819, El científico Danés Hans Christian Oersted (1777–1851) descubre el electromagnetismo, cuando en un experimento para sus estudiantes, la aguja de la brújula colocada accidentalmente cerca de un cable energizado por una pila voltaica, se movió. El descubrimiento fue crucial en el desarrollo de la Electricidad, ya que puso en evidencia la relación existente entre la electricidad y el magnetismo.

Oersted es la unidad de medida de la Reluctancia Magnética (educacion, 2018, pág. 4).

En 1823, Andre-Marie Ampere (1775–1836) establece los principios de la electrodinámica, cuando llega a la conclusión de que la Fuerza Electromotriz es producto de dos efectos: La tensión y la corriente eléctrica. Experimenta con conductores, determinando que se atraen si las corrientes fluyen en la misma dirección, y se repelen cuando fluyen en contra (educacion, 2018, pág. 5).

Ampere produce un excelente resultado matemático de los fenómenos estudiados por Oersted. Ampere es la unidad de medida de la corriente eléctrica. En 1826, El físico Alemán Georg Simon Ohm (1789–1854) fue quien formuló con exactitud la ley de las corrientes eléctricas, definiendo la relación exacta entre la tensión y la corriente. Desde entonces, la ley se conoce como la ley de Ohm. Ohm es la unidad de medida de la Resistencia Eléctrica (educacion, 2018, pág. 5).

$$V = R \cdot I$$

En 1831, Michael Faraday (1791–1867) a los 14 años trabajaba como encuadernador, lo cual le permitió tener el tiempo necesario para leer y desarrollar su interés por la Física y Química. A pesar de la baja preparación formal, dio un paso fundamental en el desarrollo de la electricidad al establecer que el magnetismo produce electricidad a través del movimiento. Faradio es la unidad de medida de la Capacitancia Eléctrica. La tensión inducida en la bobina que se mueve en campo magnético no uniforme fue demostrada por Faraday (educacion, 2018, pág. 5).



En 1835, Simule F.B. Morse (1791–1867), mientras regresaba de uno de los viajes, concibe la idea de un simple circuito electromagnético para transmitir información, El Telégrafo. En 1835 construye el primer telégrafo. En 1837 se asocia con Henry y Vail con el fin de obtener financiamiento del Congreso de USA para su desarrollo, fracasa el intento, prosigue solo, obteniendo el éxito en 1843, cuando el congreso le aprueba el desarrollo de una línea de 41 millas desde Baltimor hasta el Capitolio en Washington D.C. La cual construye en 1844 (educacion, 2018, pág. 5).

En 1840–42, James Prescott Joule (1818–1889) Físico Inglés, quien descubrió la equivalencia entre trabajo mecánico y la caloría, y el científico Alemán Hermann Ludwig Ferdinand Helmholtz (1821–1894), quien definió la primera ley de la termodinámica demostraron que los circuitos eléctricos cumplían con la ley de la conservación de la energía y que la Electricidad era una forma de Energía (educacion, 2018, pág. 6).

Adicionalmente, Joule inventó la soldadura eléctrica de arco y demostró que el calor generado por la corriente eléctrica era proporcional al cuadrado de la corriente. Joule es la unidad de medida de Energía. En 1845, Gustav Robert Kirchhoff (1824–1887) Físico Alemán a los 21 años, anunció las leyes que permiten calcular las corrientes, y tensiones en redes eléctricas. Conocidas como Leyes de Kirchhoff I y II (educacion, 2018, pág. 6).

Estableció las técnicas para el análisis espectral, con la cual determinó la composición del sol. En 1854, El matemático Inglés William Thomson (Lord Kelvin) (1824–1907, con su trabajo sobre el análisis teórico sobre transmisión por cable, hizo posible el desarrollo del cable transatlántico (educacion, 2018, pág. 7).

En 1851 definió la Segunda Ley de la Termodinámica. En 1858 Inventó el cable flexible. Kelvin es la unidad de medida de temperatura absoluta. En 1870, James Clerk Maxwell (1831–1879) Matemático Inglés formuló las cuatro ecuaciones que sirven de fundamento de la teoría Electromagnética. Dedujo que la Luz es una onda electromagnética, y que la energía se transmite por ondas electromagnéticas a la velocidad de la Luz Maxwell es la unidad del flujo Magnético (educacion, 2018, pág. 7).

En 1879, el Físico Inglés Joseph John Thomson (1856–1940) demostró que los rayos catódicos estaban constituidos de partículas atómicas de carga negativas la cual el llamó "Corpúsculos" y hoy en día los conocemos como Electrones (educacion, 2018, pág. 7).

En 1881, Thomas Alva Edison (1847–1931) produce la primera Lámpara Incandescente con un filamento de algodón carbonizado. Este filamento permaneció encendido por 44 horas. Desarrollo el filamento de bambú con 1.7 lúmenes por vatios. En 1904 el filamento de tungsteno con una eficiencia de 7.9 lúmenes por vatios. En 1910 la lámpara de 100 w con rendimiento de 10 lúmenes por vatios (educacion, 2018, pág. 8).

Hoy en día, las lámparas incandescentes de filamento de tungsteno de 100 w tienen un rendimiento del orden de 18 lúmenes por vatios. En 1882 Edison instaló el primer sistema eléctrico para vender energía para la iluminación incandescente, en los Estados Unidos para la estación Pearl Street de la ciudad de New York. El sistema fue en CD tres hilos, 220–110 v con una potencia total de 30 kw (educacion, 2018, pág. 8).

En 1884, Heinrich Rudolf Hertz (1847–1894) demostró la validez de las ecuaciones de Maxwell y las reescribió, en la forma que hoy en día es conocida. En 1888 Hertz recibió el reconocimiento por sus trabajos sobre las Ondas Electromagnéticas: propagación, polarización y reflexión de ondas. Con Hertz se abre la puerta para el desarrollo de la radio. Hertz es la unidad de medida de la frecuencia (educacion, 2018, pág. 9).

### **2.3. MARCO CONCEPTUAL**

#### **¿Qué se debe vigilar?**

Como el propio término indica, la vigilancia supone estar informado de lo que está ocurriendo en un determinado entorno. Para Iradia Oviedo (2006), el gestor de la información significa detectar información de interés procedente de recursos variados y dispersos, pero también seguir y analizar aquellas otras fuentes de obligada consulta que habitualmente aportan información relevante y que deben explorarse sistemáticamente.

Conocer el entorno, identificar tendencias (nuevos temas, nuevos actores, nuevos productos, nuevos procesos, etc.), riesgos, oportunidades, etc., y actuar en consecuencia, son los objetivos básicos de la vigilancia tecnológica y la inteligencia competitiva. El éxito de los procesos depende de distintos factores, pero se puede afirmar que hay dos determinantes. Por una parte, la participación de todos los miembros de una organización; por otra, la existencia de un sistema de gestión del conocimiento eficaz, entendiendo por tal un modelo de gestión de información formal e informal (OVIEDO RIVERO, 2006, pág. 76).

## Clases de Vigilancia

Se habla de cuatro tipos de vigilancia (Vicente, 1999):

- Tecnológica o centrada en el seguimiento de los avances del estado de la técnica y en particular de la tecnología y de las oportunidades /amenazas que genera.
- Competitiva, implica un análisis y seguimiento de los competidores actuales, potenciales y de aquellos con producto sustitutivo.
- Comercial, dedica la atención sobre los clientes y proveedores.
- Del entorno, centra la observación sobre el conjunto de aspectos sociales, legales, medioambientales, culturales, que configuran el marco de la competencia.

## Vigilancia tecnológica

Definición según Palop y Vicente (1999) sobre la Vigilancia: “sistema organizado de observación y análisis del entorno, tratamiento y circulación interna de los hechos observados y posterior utilización en la empresa” (pág. 34).

Definición de Vigilancia Tecnológica (VT) según la norma UNE 166006 (2018): “Proceso organizado, selectivo y sistemático, para captar información del exterior y de la propia organización sobre ciencia y tecnología, seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, para convertirla en conocimiento con el fin de tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios” (pág. 2).

**Figura 3. Pasos del proceso de Vigilancia e inteligencia**



Fuente: Pasos del proceso de vigilancia tecnológica. [Sitio web] MOOCVT. [Consulta: 24 de Febrero del 2019] Disponible en: <https://moocvt.ovtt.org/ciclo-de-vigilancia-tecnologica-como-metodo-de-trabajo/>

- **Planeación:** Dentro del proceso de planeación se busca definir cuál es la necesidad real de información en las organizaciones, estableciendo unos FCV (Factores críticos de vigilancia) que hacen referencia a las palabras clave que definen la necesidad planteada; a partir de las cuales es posible desarrollar las ecuaciones de búsqueda. En la fase debe establecerse el alcance del proceso de Vigilancia con objetivos claros, así como definir las fuentes de búsqueda e información (Gomez, 2015, pág. 20).

- **Búsqueda:** La búsqueda se lleva a cabo a partir de fuentes de información definidas, las cuales podrán ser formales (documentación interna de la empresa, bases de datos, patentes, ferias, asociaciones, gremios, universidades, estudios de mercado e información generada por la administración pública) y/o informales (entrevistas con clientes, expertos, proveedores) (Gomez, 2015, pág. 20).
- **“Captación y Análisis:** En esta fase es muy importante que quien realiza la vigilancia pueda impartir inteligencia a la información con un alto grado de imparcialidad, el análisis de la información debe enfocarse en el FCV” (pág. 21).
- **Difusión:** La información adquiere valor cuando se presenta a las personas que tienen el poder de tomar decisiones frente a un nuevo proyecto o una nueva inversión que se quiera realizar, y la difusión cobra valor cuando realmente llega a estas personas (Gomez, 2015, pág. 21).
- **Utilización:** En general el producto final del proceso de vigilancia está dado por un informe de vigilancia tecnológica el cual si está bien estructurado siempre tendrá un buen resultado para la toma de decisiones” (pág. 21).

### **Resaltos o Reductores de velocidad vehicular**

Los reductores de velocidad tipo resalto o rompe muelles, tienen el propósito de reducir las velocidades de los vehículos para seguridad de los peatones al mismo tiempo que deben evitar molestias a los conductores y daños a los vehículos. El objetivo es reducir la velocidad de vehículos motorizados al ingresar a una zona de conflicto, asegurando que circulen con una velocidad controlada, lo cual permitirá

un tránsito vehicular seguro disminuyendo los riesgos de ocurrir un accidente y creando una armonía entre los usuarios de la vía y el entorno (Vial, 2018, pág. 4).

Según el manual de seguridad vial (2017) los reductores de velocidad tipo resalto solo serán instalados en las carreteras y vías, donde la velocidad de tránsito sea igual o menor a 50 km/h, y serán implementados junto con los elementos de señalización que adviertan al conductor de la presencia de estos dispositivos. Y cuando se encuentren velocidades superiores a los 50 km/h se deberá implantar una zona de aproximación, que permita reducirla gradualmente hasta la velocidad esperada. Las zonas de aproximación están constituidas por señales horizontales y verticales que advierten la cercanía a un reductor de velocidad tipo resalto (rompemuelle o giba).

Los dispositivos reductores de velocidad deben estar puntualmente identificados con colores y formas, de tal manera que contrasten con la pista. Además, la zona donde se instalarán los reductores de velocidad, tipo resalto o rompemuelleres (gibas), deberá ser iluminado por un sistema de la vía o en el mismo dispositivo para la oportuna visibilidad de los conductores y peatones. La autoridad competente será encargada de autorizar la construcción del resalto (rompemuelle) y verificará que cuente con la señalización vertical y horizontal correspondiente.

**Figura 4. Señal de Transito de reductor de velocidad SP-25**

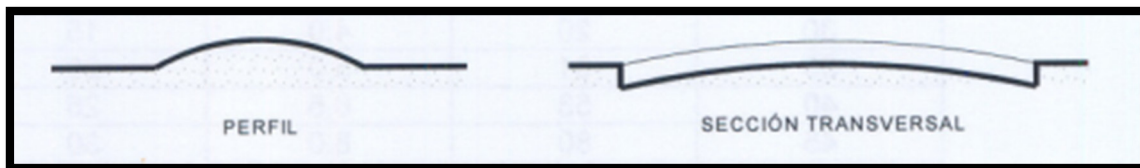


Fuente: Reductores de velocidad rompe muelles. [Sitio web] Signo Vial. [Consulta: 16 de Enero del 2019] Disponible en:[http://signovial.pe/blog/reductores\\_de\\_velocidad\\_rompemuelles/](http://signovial.pe/blog/reductores_de_velocidad_rompemuelles/)

### **Tipos de reductores de velocidad vehicular**

- Según Carmen Campos “Circular: Este tipo de resalto es de sección circular y puede colocarse en un solo carril o toda la sección de la vía” (pág. 12).

**Figura 5. Reductor circular**

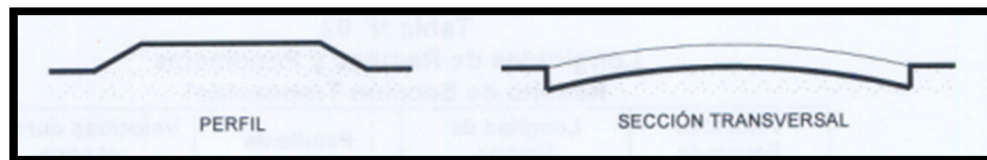


Fuente: Carmen Arceiz Campo. Manual de Seguridad Vial: Dirección General de Tráfico. Bogotá 2017. p. 19



- Según Carmen Campos “Trapezoidal: Este tipo de resalto es de sección trapezoidal y cubre toda la sección de la vía, también tiene la función de cruceo peatonal” (pág. 12).

**Figura 6. Reductor Trapezoidal**

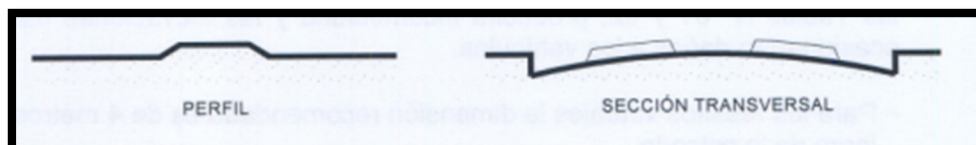


Fuente: Carmen Arceiz Campo. Manual de Seguridad Vial: Dirección General de Tráfico. Bogotá 2017. p. 19

- Virtual: Se denomina resalto virtual a una marca en el pavimento, el cual genera en el conductor la sensación de estar observando un resalto, con el propósito de inducirlo a disminuir la velocidad del vehículo. Por lo general se utiliza para complementar resaltos en serie (Campos, 2017, pág. 14).

- Cojines: Este tipo de resalto no cubre toda la sección de la vía, su uso es para velocidades del orden de 50 a 60 km/h, con la finalidad de calmar la velocidad pero sin afectar la comodidad de los vehículos de emergencia, sin perjudicar el tiempo de respuesta en asistir, trasladar enfermos o heridos, incendios, etc (Campos, 2017, pág. 13).

**Figura 7. Reductor tipo Cojin**

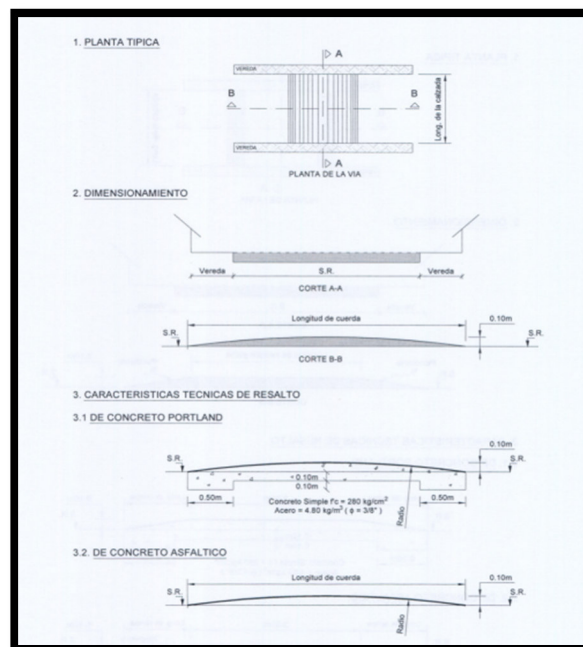


Fuente: Carmen Arceiz Campo. Manual de Seguridad Vial: Dirección General de Tráfico. Bogotá 2017. p. 19

Para realizar el diseño es necesario según el manual de seguridad vial (2017):

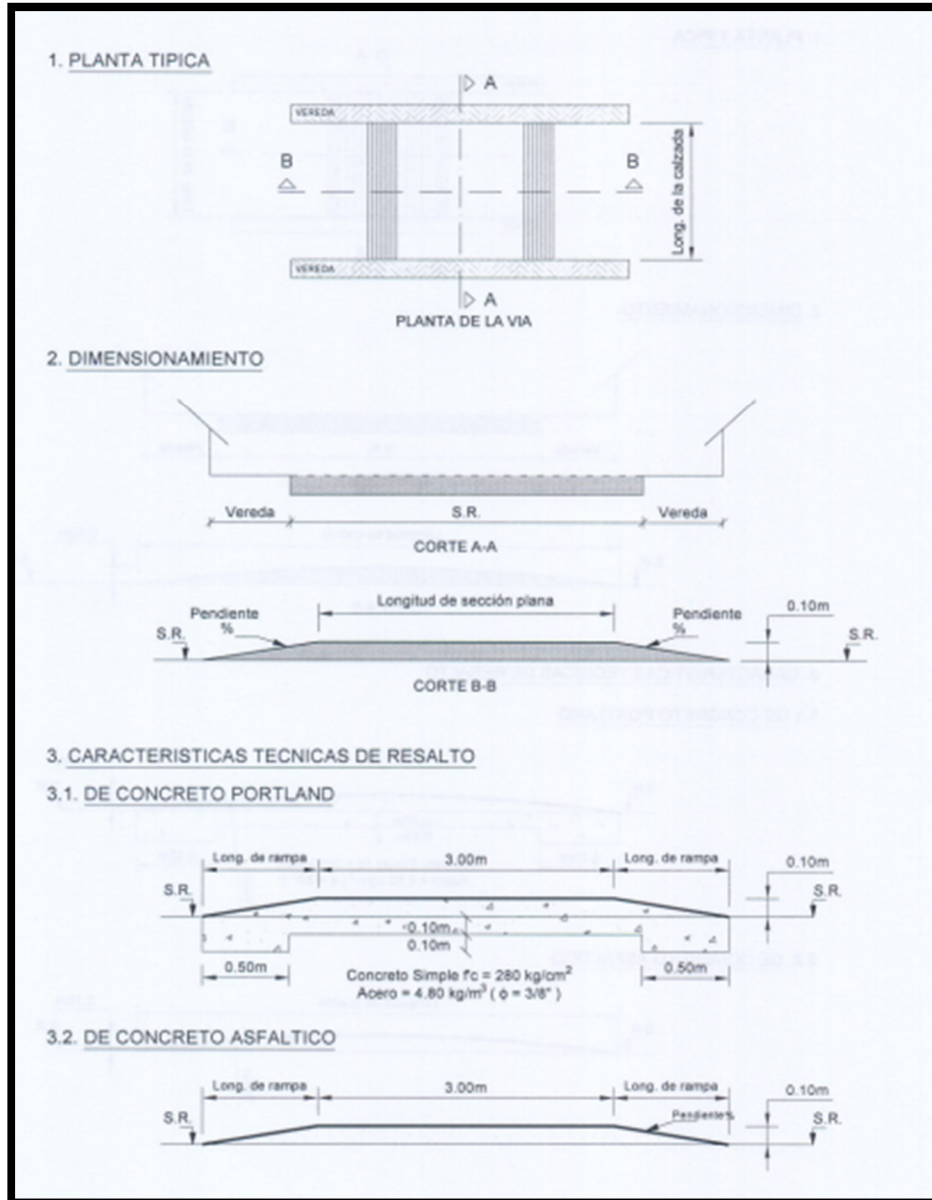
- Visita al terreno, realizada por personal técnico calificado, quienes evaluarán los impactos del dispositivo, así como la reasignación de flujos por vías alternativas a la de ubicación del resalto.
- Conocer la velocidad de operación de los vehículos y la señalización existente.
- Planos de planta y sección de la vía. Tipo de tráfico e índice Medio Diario Anual (IMDA) Datos históricos sobre accidentes e incidentes en la zona, denuncias de vecinos o usuarios de la vía y encuestas.

**Figura 8. Resalto de sección circular**



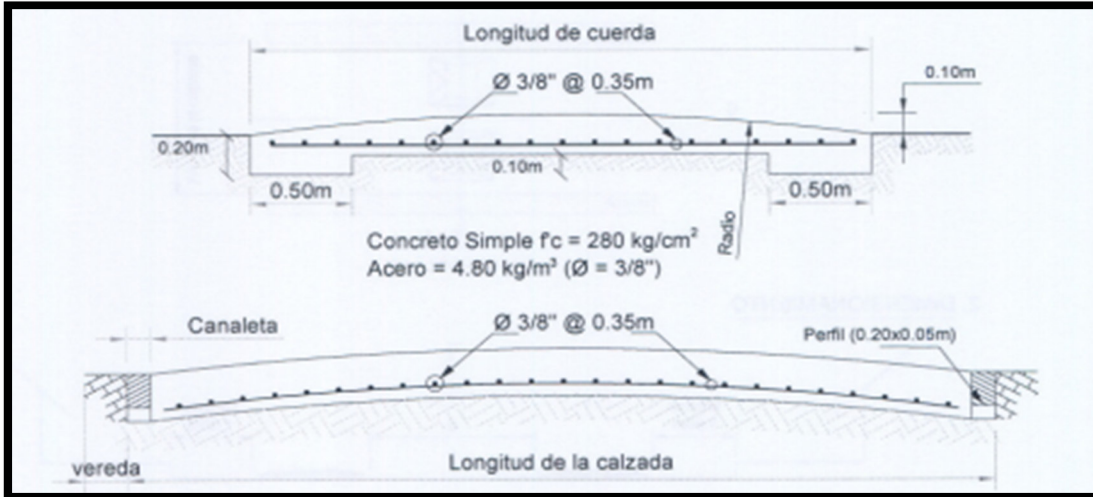
Fuente: Carmen Arceiz Campo. Manual de Seguridad Vial: Dirección General de Tráfico. Bogotá 2017. p. 30

**Figura 9. Resalto de sección trapezoidal**



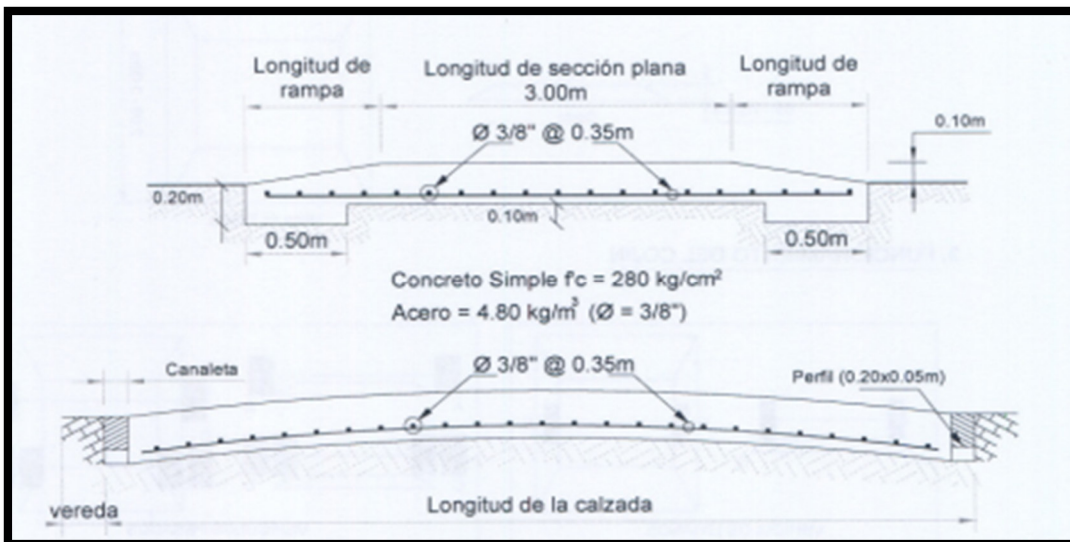
Fuente: Carmen Arceiz Campo. Manual de Seguridad Vial: Dirección General de Tráfico. Bogotá 2017. p. 31

**Figura 10. Detalle del Refuerzo para Resalto circular**



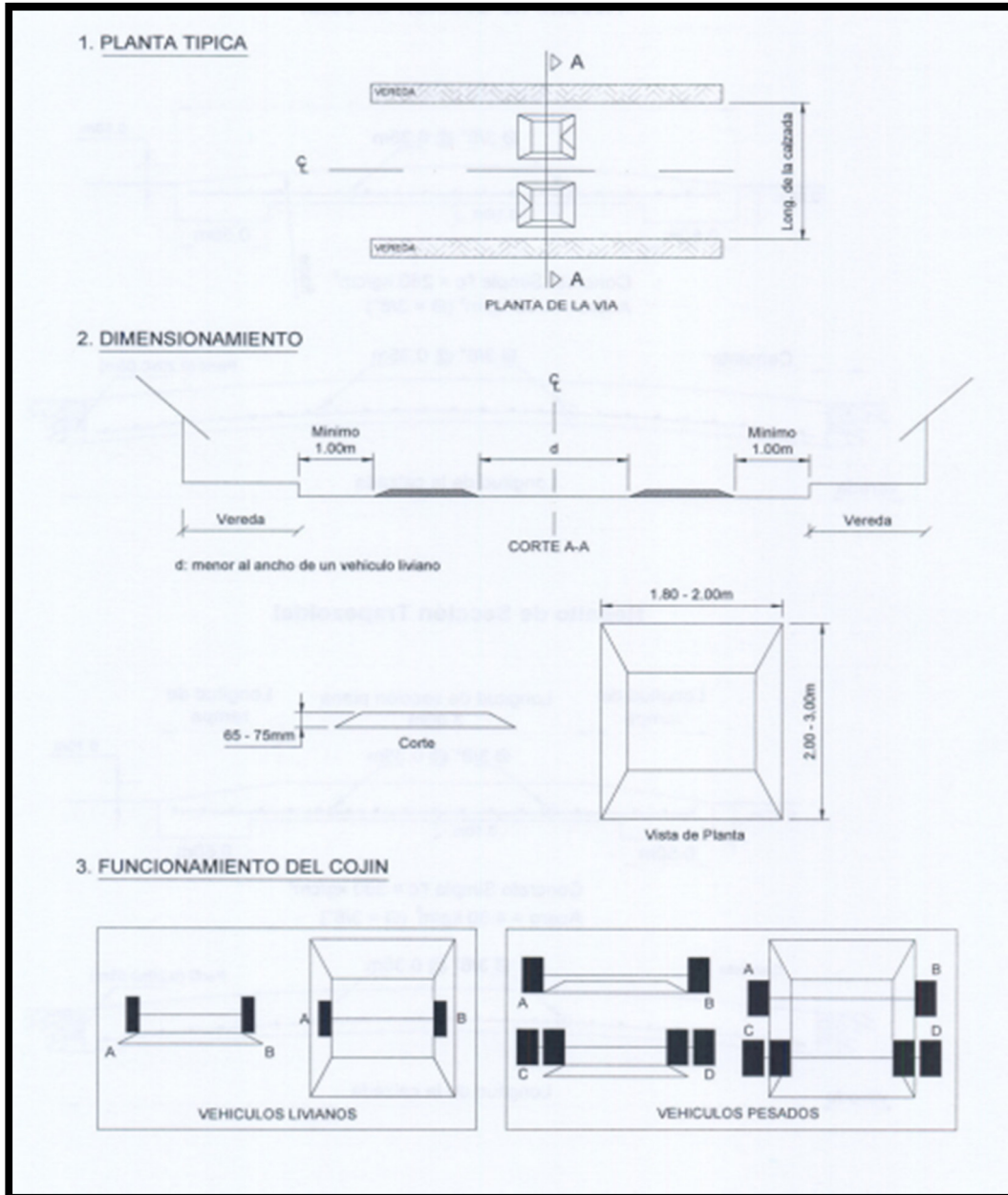
Fuente: Carmen Arceiz Campo. Manual de Seguridad Vial: Dirección General de Tráfico. Bogotá 2017. p. 32

**Figura 11. Detalle del Refuerzo para Resalto trapezoidal**



Fuente: Carmen Arceiz Campo. Manual de Seguridad Vial: Dirección General de Tráfico. Bogotá 2017. p. 32

**Figura 12. Resalto de sección cojín**



Fuente: Carmen Arceiz Campo. Manual de Seguridad Vial: Dirección General de Tráfico. Bogotá 2017. p. 33.

- Estoperol

Tiene forma de botón. Se fabrica en materiales de alta resistencia, cerámicos o de caucho prensado, esmaltado o similar, de superficie brillante con una alta resistencia mecánica al impacto y al desgaste por fricción. A diferencia de las tachas, los estoperoles no cuentan con elementos retrorreflectivos. Tienen una base de 10 cm y una altura de 2 cm (Campos, 2017, pág. 20).

**Figura 13. Estoperol**



Fuente: Reductores de velocidad rompe muelles. [Sitio web] Signo Vial. [Consulta: 16 de Enero del 2019] Disponible en:[http://signovial.pe/blog/reductores\\_de\\_velocidad\\_rompemuelles/](http://signovial.pe/blog/reductores_de_velocidad_rompemuelles/)

- Resalto portátil

Son dispositivos elaborados en caucho, plástico o cualquier otro tipo de material sintético de bajo peso y de alta resistencia al impacto que se colocan sobre la superficie de la vía como reductores de velocidad temporales. Podrán ser utilizados para operativos policiales, en zonas escolares a las horas de salida de los estudiantes o en cualquier otra circunstancia en la que se requiera la reducción de las velocidades de los vehículos en forma temporal. Cuando se utilizan el tipo de resaltos, deberá advertirse la presencia con la señal SP-25 y reglamentar la velocidad en el sector con la señal SR-30 (Medellin, 2018).

Los dispositivos tendrán unas dimensiones mínimas de 1,80 m de longitud, 0,40 m de ancho y una altura no mayor de 8 cm. Deberán ser pintados de color amarillo o de franjas amarillas y blancas de 20 cm de ancho, inclinadas entre 45° y 60°. Las pinturas utilizadas deberán ser reflectorizadas y cumplir con las especificaciones fijadas en la norma técnica colombiana NTC-4744.

**Figura 14. Reductor vehicular portátil**



Fuente: Reductores de velocidad rompe muelles. [Sitio web] Signo Vial. [Consulta: 16 de Enero del 2019] Disponible en: [http://signovial.pe/blog/reductores\\_de\\_velocidad\\_rompemuelles/](http://signovial.pe/blog/reductores_de_velocidad_rompemuelles/)

- Tachas y boyas

Se utilizan cuando es necesario reforzar el mensaje entregado por las líneas de demarcación longitudinal, que no deben ser traspasadas por los vehículos y otras zonas demarcadas. Son fabricados en materiales sintéticos o metálicos de alta resistencia al impacto, deben ser retrorreflectivos, los bordes superiores redondeados y la altura debe ser igual o inferior a 6 cm (Campos, 2017, pág. 24).

**Figura 15. Tachas y boyas**



Fuente: Reductores de velocidad rompe muelles. [Sitio web] Signo Vial. [Consulta: 16 de Enero del 2019] Disponible en: [http://signovial.pe/blog/reductores\\_de\\_velocidad\\_rompemuelles/](http://signovial.pe/blog/reductores_de_velocidad_rompemuelles/)

- Resalto parabólico

Estos dispositivos son similares a los pompeyanos. Son fabricados en concreto, tienen una altura máxima de 0,1 m y un ancho entre 3,7 hasta 6,7 metros. Debe estar pintado de amarillo con pintura retrorreflectiva y acompañado de señales verticales que indiquen su existencia en la vía. Es usado en zonas residenciales y/o escolares (Campos, 2017, pág. 21).



**Figura 16. Resalto Parabólico**



Fuente: Reductores de velocidad rompe muelles. [Sitio web] Signo Vial. [Consulta: 16 de Enero del 2019] Disponible en:[http://signovial.pe/blog/reductores\\_de\\_velocidad\\_rompemuelles/](http://signovial.pe/blog/reductores_de_velocidad_rompemuelles/)

## 2.4. MARCO LEGAL

### **Aplicación De Materiales Para La Demarcación Horizontal De Pavimentos. NTC COLOMBIANA 4744-4.**

La NTC 4744-4 (2011) establece los requisitos para preparar las superficies, las condiciones ambientales y de seguridad, la dosificación, el personal y el control antes, durante y después de la aplicación de materiales, para las demarcaciones horizontales de pavimentos.

- Marcas viales. Elementos señalizadores colocados o pintados sobre el pavimento o en elementos adyacentes al mismo, consistentes en líneas, dibujos, colores, palabras o símbolos para indicar, advertir o guiar el tránsito.
- Materiales cementantes. Materiales aglomerantes que tienen propiedades de adherencia y cohesión requeridas para unir fragmentos minerales entre sí, formando una masa sólida continua, de resistencia y durabilidad.
- Plan de Manejo de Tráfico (PMT). Documento que tiene como objetivo principal mitigar los efectos de la obra, reducir los riesgos de accidentes, informar adecuadamente a los usuarios de la vía, garantizar desvíos, brindar un ambiente seguro, limpio, ágil y cómodo a los conductores, pasajeros, peatones y personal de la obra, bajo el cumplimiento de las normas establecidas para la regulación del tránsito.
- Representante del contratante. Persona designada por el contratante para vigilar, verificar y controlar la ejecución de las obras de señalización.

- Demarcación con superficie plana. Señalización que se realiza por medio de un método de aplicación que genere un ancho y un espesor continuo de la marca vial.

### **Resolución 1050 De 2004**

Por la cual se adopta el Manual de Señalización Vial - (2004) Dispositivos para la Regulación del Tránsito en Calles, Carreteras y Ciclorrutas de Colombia, de conformidad con los artículos 5°, 113, 115 y el párrafo del artículo 101 de la Ley 769 del 6 de agosto de 2002.

Que el artículo 5° de la Ley 769 de 2002 fijó al Ministerio de Transporte la facultad para reglamentar las características técnicas de la demarcación y la señalización de toda la infraestructura vial (vial, 2004).

Que el párrafo 1 ° del artículo 5° de la Ley 769 de 2002 estableció que (vial, 2004) "el Ministerio de Transporte respetará y acogerá los convenios que se hayan suscrito o se suscriban en relación con la reglamentación de la ubicación, instalación, demarcación y señalización vial" (pág. 6).

Que el párrafo del artículo 101 de la Ley 769 de 2002 otorgó al Ministerio de Transporte la responsabilidad de determinar los elementos y dispositivos de señalización necesarios en las obras de construcción (vial, 2004).

Que de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 113 de la Ley 769 de 2002, "las entidades ferroviarias o los particulares en caso de concesiones de las vías férreas, colocarán señales, barreras y luces en pasos a nivel de las vías férreas, así como

la correspondiente demarcación, de acuerdo con lo dispuesto por el Ministerio de Transporte" (pág. 7).

### **UNE 166006:2018 sobre sistemas de vigilancia e inteligencia**

Recientemente se ha publicado la nueva versión de la Norma UNE 166006:2018 "Gestión de la I+D+i sobre Sistemas de vigilancia e inteligencia". Una norma ideada para ayudar a la implantación de sistemas de vigilancia e inteligencia en todo tipo de organizaciones, como parte de la gestión de la I+D+i, estandarizando una terminología y procesos comunes para orientar la acción.

Esta nueva versión de la Norma UNE 166006:2018 representa una herramienta estratégica para mejorar la toma de decisiones de las organizaciones en el actual contexto tecnológico. Ayuda a implementar procesos sistemáticos de captura, análisis, difusión y aprovechamiento estratégico de información estratégica para la anticipación de cambios, la reducción de riesgos e incertidumbres o la detección de oportunidades de innovación, entre otras ventajas. (166006:2018, 2018)

## **2.5. MARCO AMBIENTAL**

### **Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso. NTC 14001.**

La NTC-14001 (2004) especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental que le permita a una organización desarrollar e implementar una política y unos

objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales y la información sobre los aspectos ambientales significativos. Es su intención que sea aplicable a todos los tipos y tamaños de organizaciones y para ajustarse a diversas condiciones geográficas, culturales y sociales.

La norma técnica 14001, explica que se basa en la metodología conocida como Planificar-Hacer-Verificar-Actuar, (PHVA). La metodología PHVA se puede describir brevemente como:

- Planificar: establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con la política ambiental de la organización.
- Hacer: implementar los procesos.
- Verificar: realizar el seguimiento y la medición de los procesos respecto a la política ambiental, los objetivos, las metas y los requisitos legales y otros requisitos, e informar sobre los resultados.
- Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño del sistema de gestión ambiental (NTC-14001, 2004, pág. 2).

La NTC 14001 (2004) establece requisitos absolutos para el desempeño ambiental más allá de los compromisos incluidos en la política ambiental, de cumplir con los requisitos legales aplicables y con otros requisitos que la organización suscriba, la prevención de la contaminación y la mejora continua. Por tanto, dos organizaciones que realizan actividades similares con diferente desempeño ambiental, pueden ambas cumplir con sus requisitos.

## **Objeto**

NTC-14001 (2004) especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental, destinados a permitir que una organización desarrolle e implemente una política y unos objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba, y la información relativa a los aspectos ambientales significativos.

## **Planificación**

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para: Identificar los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios que pueda controlar y aquellos sobre los que pueda influir dentro del alcance definido del sistema de gestión ambiental, teniendo en cuenta los desarrollos nuevos o planificados, o las actividades, productos y servicios nuevos o modificados; y determinar aquellos aspectos que tienen o pueden tener impactos significativo sobre el medio ambiente, es decir, aspectos ambientales significativos. (NTC-14001, 2004, pág. 5).

## **Requisitos legales y otros requisitos**

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para: (NTC-14001, 2004) identificar y tener acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba relacionados con

aspectos ambientales y para determinar cómo se aplican los requisitos a los aspectos ambientales.

### **Competencia, formación y toma de conciencia**

La organización debe asegurarse de que cualquier persona que realice tareas para ella o en su nombre, que potencialmente pueda causar uno o varios impactos ambientales. NTC-14001 (2004) aclara. “Estos son identificados por la organización, sea competente tomando como base una educación, formación o experiencia adecuadas, y debe mantener los registros asociados” (pág. 7).

### 3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

Para el desarrollo del presente trabajo se expondrá una serie de investigaciones realizadas hasta el momento en diferentes partes del mundo, buscando con ello encontrar puntos de referencia y diferencias entre los modelos propuestos, para encontrar un modelo que pueda replicarse en nuestro país, si llegado al caso se encuentran los recursos se pueda ejecutar un proyecto de las características en la zona de influencia.

Fue necesario buscar en diferentes fuentes de información para documentar el proyecto, entre las que se tienen libros de consulta en bibliotecas, tesis de grado, páginas Web, revistas científicas, memorias de congresos, entre otras. La documentación respectiva de éste proyecto se presenta a continuación sin llevar un orden cronológico predeterminado.

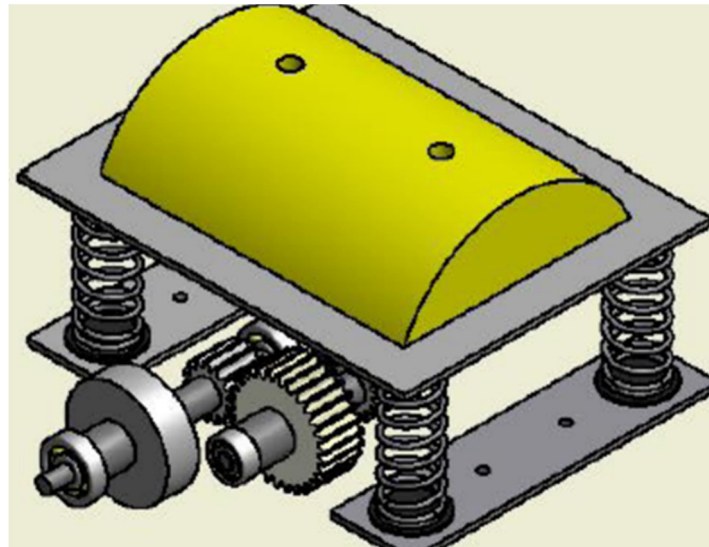
#### 3.1 DISEÑO CONCEPTUAL DE UN GENERADOR DE ENERGÍA MEDIANTE REDUCTORES DE VELOCIDAD VEHICULAR CASOS MEXICO E INDIA

En 2013, en el Instituto Tecnológico de Celaya, se llevó a cabo una investigación titulada: *Diseño conceptual de un generador de energía mediante reductores de velocidad vehicular: parte mecánica*, que utilizó para el diseño conceptual la metodología TRIZ después de analizar la información recolectada se plantearon tres alternativas que llevó a definir un mecanismo. Las tres alternativas analizadas serán expuestas a continuación para entender las diferentes opciones de prototipos existentes en la actualidad.



La primera alternativa es un reductor de velocidad soportado por un sistema de resortes, que sirven para almacenar energía potencial el peso de los vehículos que pasan a través de él, la cual se liberará transformándose en energía cinética rotacional por medio de un mecanismo de cremallera piñón puesto en centro del reductor de velocidad, el movimiento se amplifica mediante un sistema de engranajes e impulsa al generador eléctrico, acoplado a un volante inercial, ver figura 17.

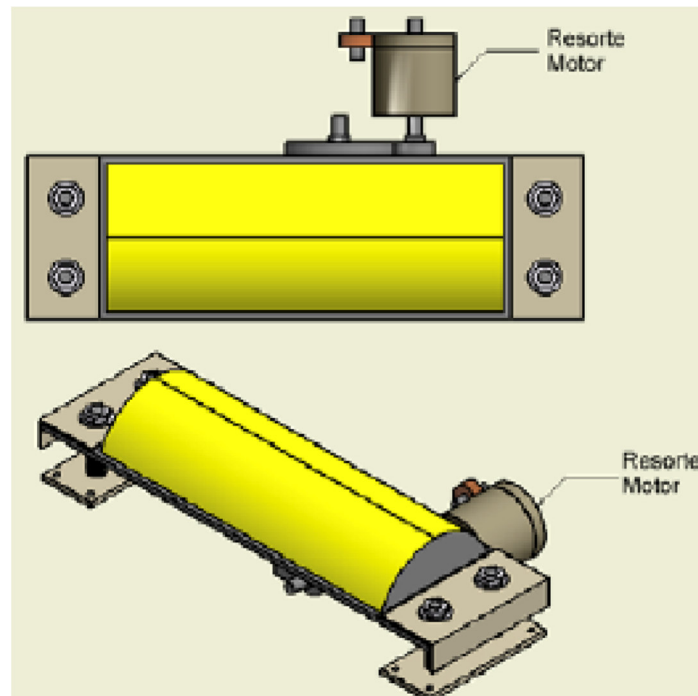
**Figura 17. Alternativa 1 de prototipo**



Fuente: Diseño conceptual de un generador de energía mediante reductores de velocidad vehicular: parte mecánica [Sitio web] Instituto Tecnológico de Celaya. [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/download/1308/1120>

La siguiente opción ubica conjuntamente un sistema de engranes con un resorte de fuerza constante. La energía que se obtiene de los vehículos mediante el paso sucesivo por el reductor de velocidad, es almacenada en forma de energía potencial por medio del resorte, la cual se irá liberando controladamente para impulsar un generador eléctrico, ver figura 18.

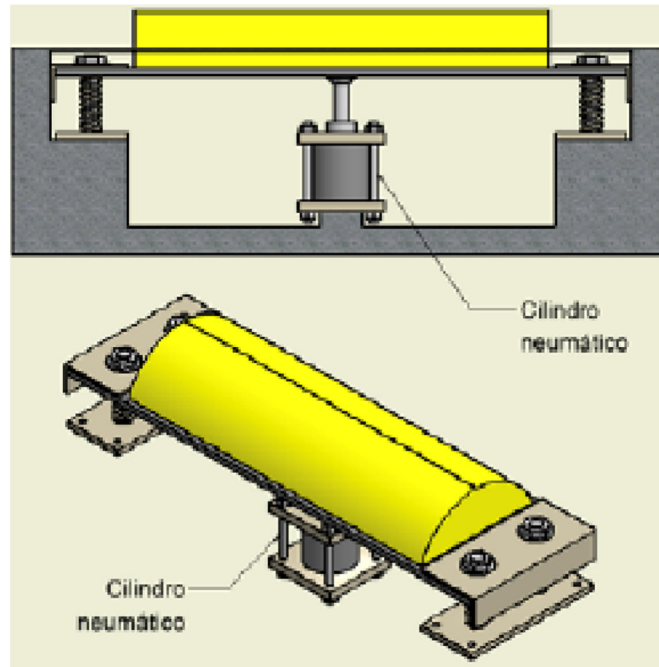
**Figura 18. Alternativa 2 de prototipo**



Fuente: Diseño conceptual de un generador de energía mediante reductores de velocidad vehicular: parte mecánica [Sitio web] Instituto Tecnológico de Celaya. [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/download/1308/1120>

La última alternativa analizada consta de un mecanismo cremallera-piñón con un sistema de engranes activado por un cilindro neumático. La energía del peso del carro es almacenada en forma de energía potencial por medio de aire comprimido dentro de un depósito, el cual utiliza un sistema de válvulas y tuberías para impulsar un motor neumático lo que impulsará al generador eléctrico, ver figura 19.

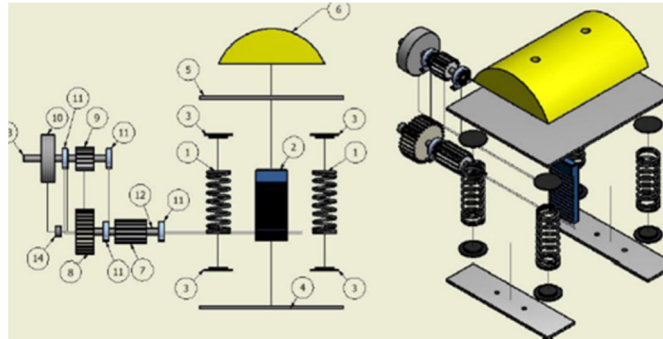
**Figura 19. Alternativa 3 de prototipo**



Fuente: Diseño conceptual de un generador de energía mediante reductores de velocidad vehicular: parte mecánica [Sitio web] Instituto Tecnológico de Celaya. [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/download/1308/1120>

Después de analizar una serie de variables como, costos de fabricación, tiempo de construcción, capacidad de generación, facilidad de mantenimiento, tamaño y materiales, se llegó a la conclusión que el sistema que mejor se adaptaba a los requerimientos del entorno era el número uno. Como parte del proyecto, para una mejor comprensión, se detallará todo lo contenido dentro del sistema escogido en la investigación de la universidad mexicana, para clarificar conceptos y ver su aplicabilidad en nuestro país.

**Figura 20. Alternativa de prototipo elegida**

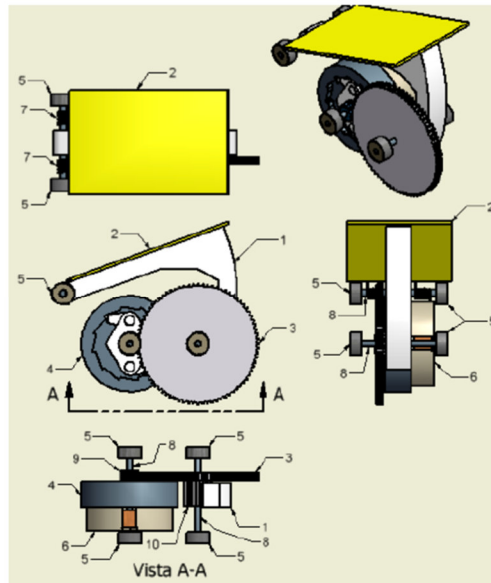


Fuente: Diseño conceptual de un generador de energía mediante reductores de velocidad vehicular: parte mecánica [Sitio web] Instituto Tecnológico de Celaya. [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/download/1308/1120>

**Figura 21. Modelo CAD de prototipo**

Tabla 2 Lista de partes

No.	Parte
1	Cremallera
2	Plataforma
3	Engrane
4	Trinquete
5	Rodamiento
6	Generador
7	Resorte de torsión
8	Eje
9	Piñón amplificador
10	Piñón



Fuente: Diseño conceptual de un generador de energía mediante reductores de velocidad vehicular: parte mecánica [Sitio web] Instituto Tecnológico de Celaya. [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/download/1308/1120>

Como se mencionó en párrafos anteriores, el mecanismo de transformación del movimiento, utiliza el peso del vehículo para capturarlo y convertirlo en energía eléctrica, ver figura . Para capturar la energía potencial, se cuenta con un reductor de velocidad (6) sobre una plataforma (5) la cual se encuentra soportada mediante resortes helicoidales de compresión (1) y guías (3), los cuales ayudan a la restitución de la plataforma a su posición original. En el centro, se encuentra conectada con una cremallera (2). La configuración permite capturar el peso del vehículo y transformarlo en un movimiento circular.

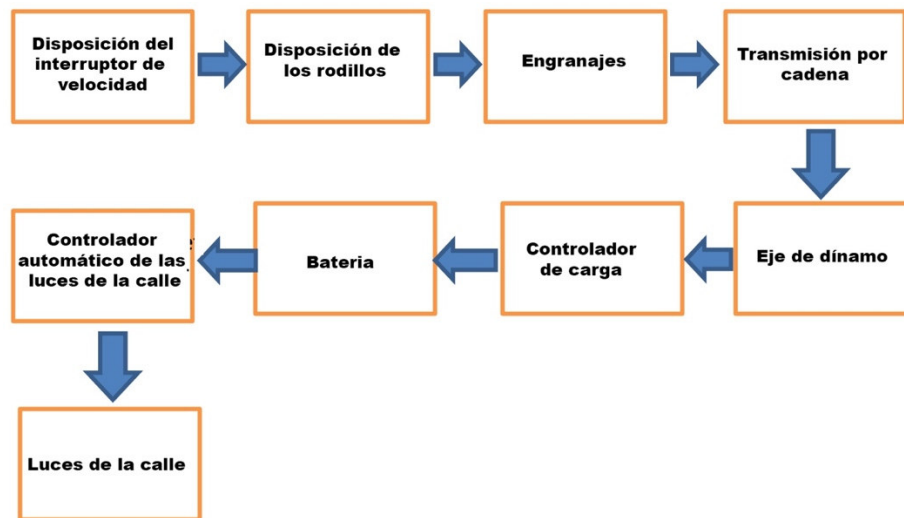
Para la amplificación del movimiento y transmisión de potencia es usado un sistema de engranajes, en el cual la cremallera (2) impulsa al piñón (7), éste se encuentra compartiendo el mismo eje (12) con el engranaje (8) al que también se le transmite la rotación. Este engranaje (8), a su vez, transmite movimiento al piñón (9) que se encuentra sobre el eje (13), pudiéndose realizar la amplificación de movimiento. En este eje (13) se encuentra un volante inercial (10), impulsado por el movimiento impartido. El volante (10) permitirá la realización del movimiento durante un tiempo mayor así el sistema no se encuentre funcionando.

Para que el giro se realice en un solo sentido, se cuenta con un rodamiento con embrague (14) colocado en el engranaje (8). Los ejes (12) y (13) se encuentran soportados mediante rodamientos de bolas (11). Todo el dispositivo se encuentra soportado mediante placas base (4) dentro de un alojamiento.

Continuando con el ejemplo, a continuación, se muestra el desarrollo de un proyecto realizado en India, donde las rampas han sido reemplazadas por rodillos especialmente diseñados que absorben directamente la energía cinética de los

vehículos en movimiento y los convierte en energía de rotación y, por lo tanto, gira el generador, para producir la energía eléctrica que permita iluminar una calle.

**Figura 22. Diagrama de bloques del dispositivo**



Fuente: Design of Power Generation Unit Using Roller Mechanism. [Sitio web] IJERT [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <https://www.ijert.org/research/electric-power-generation-using-roller-mechanism-IJERTV3IS20870.pdf>

La figura mostrada a continuación permite ver el diseño del mecanismo de rodillo construido para generar energía mediante el paso de vehículos en carretera. La configuración consta de generadores de 7DC con un torque de 5 kg y 300 rpm. Los generadores de corriente continua son fijados a la manivela que conecta el rodillo.

### Figura 23. Fabricación del dispositivo



Fuente: Design of Power Generation Unit Using Roller Mechanism. [Sitio web] IJERT [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <https://www.ijert.org/research/electric-power-generation-using-roller-mechanism-IJERTV3IS20870.pdf>

#### Dimensiones del rodillo montado:

Longitud = 61 centímetros

Diámetro = 0,40 centímetros

#### Dimensiones de la cavidad:

Longitud = 121 centímetros

Ancho = 55 centímetros

Altura = 6 centímetros

Inicialmente, el proyecto fue probado por un vehículo para verificar que el rodillo obtuviera el movimiento giratorio que se espera. Con esa rotación, un solo generador de corriente continua puede iluminar un bombillo LED de 12 voltios, como se ve en la figura posterior al presente párrafo. Incluso, si existe una rotación en dirección opuesta por parte del rodillo, el voltaje negativo se puede reconvertir utilizando un circuito puente. El voltaje y la corriente de salida dependen de las

características del vehículo, entre las que encontramos, peso y velocidad. A medida que la velocidad del vehículo disminuye, el voltaje de salida y la corriente aumentan, la ventaja del circuito utilizado es que logra mantener el flujo inverso y los motores que están conectados de los cuales estamos obteniendo el voltaje constante están en paralelo, pero la corriente se ha ido agregando cuando el vehículo pasa sobre él como lo muestra la figura 24.

**Figura 24. Diagrama de bloques del dispositivo**



Fuente: Design of Power Generation Unit Using Roller Mechanism. [Sitio web] IJERT [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <https://www.ijert.org/research/electric-power-generation-using-roller-mechanism-IJERTV3IS20870.pdf>

A continuación se presentan dos tablas donde se muestran las pruebas realizadas que arrojaron datos en voltaje, corriente y potencia producidos con un vehículo que tenía 205 kilogramos de peso. De igual manera, se muestra una tabla donde al variar la carga del vehículo se generan voltajes y corriente según la misma.



**Figura 25. Prueba del dispositivo en un vehículo**



Fuente: Design of Power Generation Unit Using Roller Mechanism. [Sitio web] IJERT [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <https://www.ijert.org/research/electric-power-generation-using-roller-mechanism-IJERTV3IS20870.pdf>

**Tabla 1. Potencia media para el vehículo con peso constante**

No.	Voltaje (Voltios)	Corriente (Amperios)	Potencia (Vatios)	Peso del vehículo
1	4	0,17	0,68	205
2	2	0	0	205
3	0,7	0,05	0,035	205
4	6,3	0,6	3,78	205
5	7,2	0,5	3,6	205
6	4,3	0,3	1,29	205
7	1,4	0,1	0,14	205
8	3,3	0,35	1,15	205

			<b>1,33</b>	
--	--	--	-------------	--

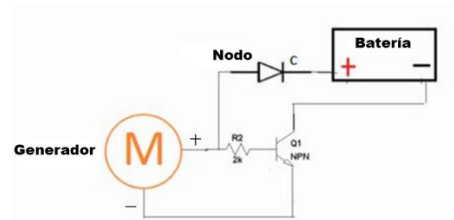
Fuente: Design of Power Generation Unit Using Roller Mechanism. [Sitio web] IJERT [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <https://www.ijert.org/research/electric-power-generation-using-roller-mechanism-IJERTV3IS20870.pdf>

**Tabla 2. Tensión y corriente de carga del vehículo correspondiente**

Carga (Kilogramos)	Voltaje (Voltios)	Corriente (Amperios)
135	2,3	0,1
205	3,1	0,22
270	4,08	0,31
300	5,5	0,42
440	7,2	0,6
600	8,6	0,74

Fuente: Design of Power Generation Unit Using Roller Mechanism. [Sitio web] IJERT [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <https://www.ijert.org/research/electric-power-generation-using-roller-mechanism-IJERTV3IS20870.pdf>

**Figura 26. Diagrama de circuitos para motores individuales.**



Fuente: Design of Power Generation Unit Using Roller Mechanism. [Sitio web] IJERT [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <https://www.ijert.org/research/electric-power-generation-using-roller-mechanism-IJERTV3IS20870.pdf>

Los motores individuales se han conectado al circuito, la parte negativa se ha conectado al emisor y el terminal positivo del motor está conectado al diodo a través del cual está conectada la batería, aquí el diodo actúa como rectificador y el transistor actúa como interruptor en el que es puesto el diodo porque detiene el flujo inverso que hace que el motor cuando no funciona. El circuito está hecho para cada motor y los cables individuales se conectarán a la batería para su almacenamiento.

La pérdida de energía no se puede evitar y está presente en cada etapa del proyecto, desde su producción hasta el almacenamiento. Las pérdidas de energía ocurren, por ejemplo, en la batería en el alternador/dinamo, en el convertidor (que convierte corriente alterna en corriente continua), en el regulador de voltaje. Esto significa que la pérdida total de energía en un generador accionado por pedal estará en el orden del 50-70% aproximadamente.

Las pérdidas se pueden minimizar al reducir el número de conexiones eléctricas y usar conexiones mecánicas donde sea posible. Teniendo en cuenta el factor de costo, se deben utilizar componentes de máxima eficiencia. Las baterías NiMH se pueden utilizar porque son las más eficientes entre las baterías recargables.

### **Cálculo de la potencia**

La masa de un vehículo que se mueve sobre el interruptor de velocidad es de 205 kilogramos (aproximadamente).

Altura del reductor de velocidad = 5 cm

Trabajo realizado = Fuerza x Distancia

Fuerza = peso del cuerpo

Fuerza = 205 Kg x 9,81 (gravedad)

Fuerza = 2011,05 N

Distancia recorrida por el cuerpo = Altura del reductor de velocidad = 5 cm

Potencia de salida = trabajo realizado / seg =  $(2011,05 \times 0,05) / 60 = 1,67$  vatios (para una fuerza de empuje)

Potencia desarrollada para un vehículo que pasa sobre la velocidad

Disposición del interruptor por un minuto = 1,67 vatios

Potencia desarrollada durante 60 minutos (1 hora) = 100,2 vatios

Potencia desarrollada durante 24 horas = 2,3 Kw

Este poder es suficiente para que funcionen cuatro bombillas en las carreteras durante la noche.

Dentro de las ventajas que se tienen al desarrollar este tipo de proyectos están las siguientes:

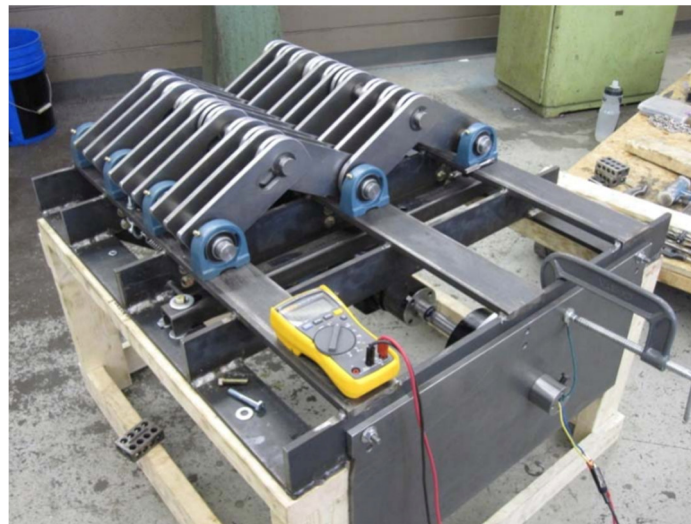
- Bajo costo de mantenimiento
- Bajo costo de instalación
- Generación de energías limpias.
- No se necesita trabajo manual durante la generación.
- Construcción simple, tecnología madura y fácil mantenimiento.
- No hay problema de transporte de combustible.
- Energía disponible todo el año.
- No se consume ningún combustible fósil que sea una fuente de energía no renovable.

Dentro de las conclusiones que quedaron después de desarrollar los proyectos en México e India, está que el prototipo virtual satisfizo el principio de funcionamiento del sistema propuesto, porque al paso de vehículos sobre los dispositivos se

aprovechó su peso para generar energía eléctrica, además que conservó las características principales del diseño que se propuso en primera instancia. De igual manera, se pudo comprobar que el principal inconveniente de este tipo de generación es la variación de los recursos, que se traduce en una velocidad de rotación variable sobre el rotor de un generador eléctrico.

Un tercer ejemplo, que permite contextualizar el modelo desarrollado, es el que se encontró en el proyecto realizado entre 2009 y 2010 en Ontario, Canadá, por Andrew Barks, Mike Costa y Ayden Gautreau. Los estudiantes conscientes del surgimiento de nuevas alternativas enérgicas, y de la demanda energética creciente, llevaron a cabo un generador de energía soportado en reductores de velocidad.

**Figura 27. Diseño de prototipo en fases iniciales**



Fuente: Power Generation Speed Bump. [Sitio web] IJERT [Consulta: 23 de enero del 2020]  
 Disponible en: <http://bit.ly/2O3Jhvr>

Entre los objetivos del proyecto está la creación de un dispositivo que genere electricidad mientras los vehículos reducen su velocidad al pasar por un dispositivo especialmente diseñado para crearla. De igual manera, se tiene claro que es necesario su bidireccionalidad, no debe dañar los automóviles, ambientalmente amigable, presupuestalmente viable y ofrecer una alternativa mejor que los dispositivos creados con anterioridad.

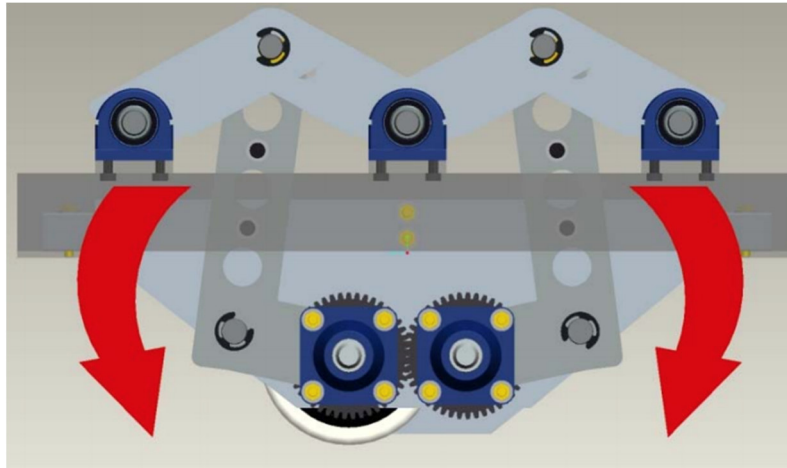
**Figura 28 Montículo propuesto como soporte del prototipo a diseñar**



Fuente: Power Generation Speed Bump. [Sitio web] IJERT [Consulta: 23 de enero del 2020]  
 Disponible en: <http://bit.ly/2O3Jhvr>

La metodología utilizada para la construcción del prototipo logró cumplir con todos los objetivos trazados al inicio del proyecto. El prototipo fue creado como prueba de concepto. De igual manera, su diseño permite espacio para optimizarlo porque fue creado para soportar pruebas y modificaciones. A continuación se puede observar un ejemplo de los brazos girando hacia abajo forzando el movimiento rotacional.

**Figura 29. Esquema interior del prototipo a diseñar**

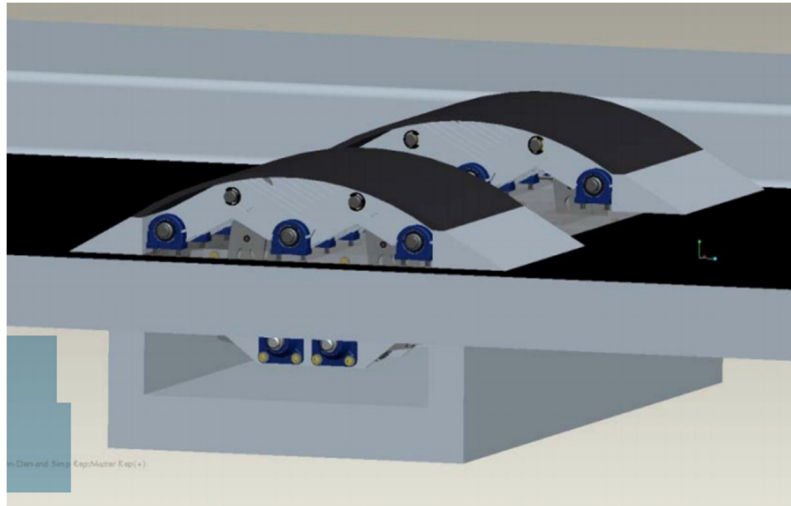


Fuente: Power Generation Speed Bump. [Sitio web] IJERT [Consulta: 23 de enero del 2020]  
Disponible en: <http://bit.ly/2O3Jhvr>

El sistema funciona una vez sea puesto en un pozo de concreto hecho bajo la calle para que los autos puedan conducirse sobre él. Esto provoca que los brazos que conforman la parte superior del bache sigan planos. Los brazos están conectados a un sistema de trinquete que gira sobre un eje, este se conecta a una caja de cambios que convierte cada presión en 17 revoluciones que alimentan un generador que emite energía a un banco de baterías. Como dato que complementa la información hasta acá escrita, se sabe que el sistema tiene una resistencia que permite que entre en actividad solo cuando tenga un cuerpo con el peso de un automóvil.

Como se puede observar, el sistema está hecho para remplazar los reductores de velocidad que existen, ubicándose en puestos donde está establecido la reducción de velocidad de los vehículos, tales como estacionamientos, ingresos o salidas en centros comerciales. De la misma manera, el sistema se puede acoplar para que suba o baje según sea necesaria la disuación para disminuir la velocidad.

**Figura 30. Vista general del prototipo diseñado**

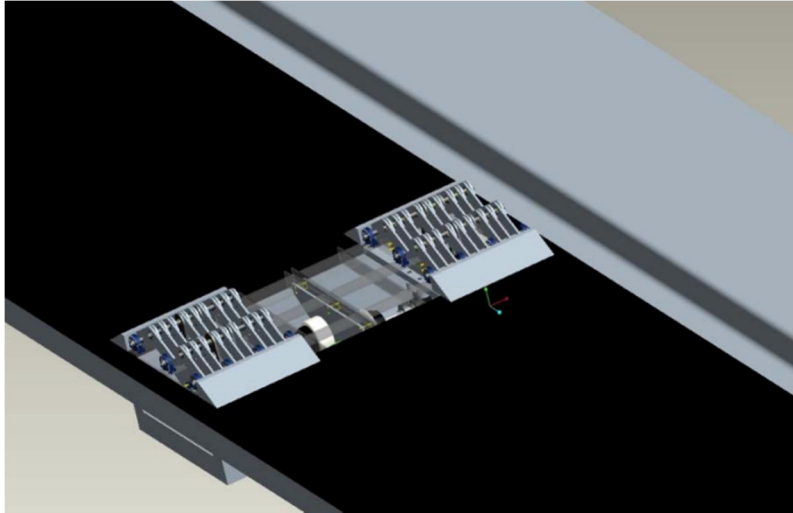


Fuente: Power Generation Speed Bump. [Sitio web] IJERT [Consulta: 23 de enero del 2020]  
 Disponible en: <http://bit.ly/2O3Jhvr>

El proyecto se realizó, el prototipo se construyó y funcionó según lo presupuestado. El sistema es capaz de generar entre 300 y 400 revoluciones por minuto cuando se pasa sobre una docena de veces por minuto, lo que lleva a creer que es necesaria una relación de transmisión menor, incluso con una que esté entre 200 y 300 revoluciones por minuto se pueden generar entre 600 y 800 vatios de energía. La prueba de concepto fue considerada como exitosa aunque se cree que se puede instalar una nueva caja de cambios que tenga múltiples niveles de relaciones de transmisión basada en la información del sensor. De igual manera, se puede mejorar el sistema que le permita al sistema a su posición inicial a una mayor velocidad. El recubrimiento puede ser rediseñado. Por último, se recomienda construir el prototipo e instalarlo donde se necesite.



**Figura 31. Vista general e interior del prototipo diseñado**



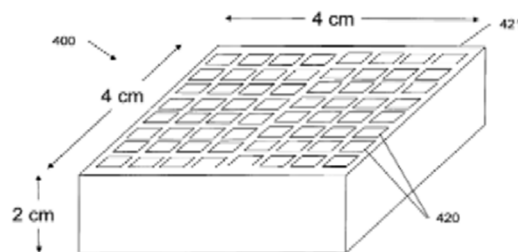
Fuente: Power Generation Speed Bump. [Sitio web] IJERT [Consulta: 23 de enero del 2020]  
 Disponible en: <http://bit.ly/2O3Jhvr>

### **3.2 DISEÑO CONCEPTUAL DE UN GENERADOR DE ENERGÍA MEDIANTE MODULOS PIEZOELÉCTRICOS CASOS COLOMBIA Y ESPAÑA**

Otro modelo utilizado para la recolección de energía mediante la conversión de energía cinética a energía eléctrica es el piezoeléctrico. Al respecto, en 2018 se desarrolló un proyecto en la Universidad Javeriana en nuestro país titulado: Diseño del sistema de iluminación vial de la recta Cali-Palmira con el uso de generadores piezoeléctricos. Esta tecnología se desarrolló en sus primeras etapas en 2007 en Israel, de acuerdo a investigaciones realizadas por A. Toprak and O. Tigli, el Instituto de Investigación Technion y la Empresa Innowatwech llevaron a cabo un proyecto denominado Energy Harvesting System basado en la utilización de generadores piezoeléctricos para recolectar energía mecánica proveniente del paso vehicular a partir de la presión ejercida por los vehículos en movimiento sobre las carreteras para ser transformada en energía eléctrica.

El sistema, en primera instancia, se instaló en un tramo de 10 metros de la carretera cuarta al Norte de Hadera- Israel donde fueron introducidos bajo el asfalto a una profundidad de cinco centímetros una serie de elementos piezoeléctricos, entre los que se encontraban, unos cables conectados a baterías dispuestas a lado de la carretera y la energía acumulada es utilizada para suplir necesidades locales o iluminar por completo la carretera. A medida que los vehículos activaban los generadores mediante la presión de las llantas sobre el asfalto, se logró convertir la energía mecánica proveniente de los automóviles en energía eléctrica suficiente para producir 2,000 vatios por hora. El esquema del dispositivo diseñado, patentado e instalado consta de unas dimensiones de 4x4x2 cm con una serie de matriz de 8x8 transductores piezoeléctricos que pueden tener una forma cuadrada o circular.

**Figura 32. Pieza piezoeléctrica**



Fuente: Diseño del sistema de iluminación vial de la recta Cali-Palmira con el uso de generadores piezoeléctricos. [Sitio web] Universidad Javeriana [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <http://vitela.javerianacali.edu.co/handle/11522/11368>

Para el caso Colombia, se estudiaron los cuatro modelos que hasta el momento han sido patentados para transformar la energía cinética que se genera por el paso de los carros en energía eléctrica. El modelo escogido fue el Energy Harvesting System.

La estimación del valor de la energía eléctrica almacenada por día del proyecto en cuestión, se estima mediante el uso de una serie de variables que serán expuestas a continuación.

Variables:

**$N_{ijk}$** : Número de vehículos tipo  $i$  que fluyen por el peaje  $j$  durante cada día  $k$  de la semana. Dónde:

$i=1$  (automóvil de 2 ejes);  $i=2$  (motos de 2 ejes);  $i=3$  (bicicletas de 2 ejes);  $i=4$  (camionetas de 2 ejes);  $i=5$  (buses de 2 ejes).

$i=6$  (buses de 3 ejes;  $i= 5, 6,7,8$  y  $9$  (camiones de 2, 3, 4 ,5 y 6 ejes, respectivamente).

$j=1$  (peaje del CIAT);  $j=2$  (peaje de Estambul).

$k=1$  (lunes);  $k=2$  (martes);  $k=3$  (miércoles).

**$B_i$**  : Número de baldosas piezoeléctricas por peaje  $j$ .

$j=1$  (peaje del CIAT);  $j=2$  (peaje de Estambul).

**$t$** : Tiempo promedio requerido para la compresión de una baldosa piezoeléctrica.

El tiempo asumido para este proyecto estuvo entre las 100 milésimas de segundo ( $1/10$  s) y 150 milésimas de segundo ( $3/10$  s), dependiendo de la construcción de la baldosa y del material piezoeléctrico empleado. Sin embargo, la compresión de una baldosa es casi instantánea, medible con aproximación por el tiempo que emplea la llanta del vehículo en estar pisada sobre la misma para ejercer la presión gravitacional de su peso al recorrer su longitud de 20 cm a la velocidad de la cola en el peaje, aproximadamente a:

De 3 a 4 km/hora

$(3 \text{ o } 4) \cdot (100.000) \text{ cm} / 3,600 \text{ s}$

83,33 a 111,11 cm/s

0,012 a 0,009 s/cm

(0,009 a 0,0072 s/cm). 15 cm/baldosa

135 a 108 milésimas de segundo.

**T:** Tiempo total de actuación continua del sistema piezoeléctrico en horas por día.

Por tanto, el voltaje generado  $V$  es proporcional a la presión  $P$  aplicada a la baldosa piezoeléctrica:  **$V=g.P$**

Dónde:

**g** = Constante piezoeléctrica del material (Voltio. cm<sup>2</sup> ) /kgf. Para el material que se considera con el valor de esta constante es  $g= 50$  (Voltio.cm<sup>2</sup> ) /kgf).

**P** = Presión aplicada a la baldosa piezoeléctrica.

El proyecto tuvo una serie de actividades estadísticas que permitieran definir el flujo vehicular promedio en el tramo escogido para realizarlo. Estas actividades definieron, entre otras cosas, el tipo de material piezoeléctrico idóneo para la recolección de energía y los elementos claves para que esta funcione. Estos son, un convertidor de energía de material piezoeléctrico que logre convertir la energía proveniente de las vibraciones de los automóviles en energía eléctrica, un mecanismo de recolección de energía el cual capture, almacene y distribuya la energía eléctrica al dispositivo o dispositivos que lo requieren, y por último, un mecanismo final que permita habilitar la red inalámbrica.

El proyecto eligió la baldosa piezoeléctrica de marca PAVEGEN V3 construida con materiales de acero y aluminio reciclado, de forma triangular con 500 mm de

longitud en cada borde, con una acción compresiva de fuerzas durante 0,5 segundos en el rango de variación entre 1 kgf hasta 100 kgf, con aumentos progresivos de 10 kgf. Se hicieron una serie de pruebas aplicando fuerza a la baldosa para medir el voltaje generado  $V$  y la intensidad de corriente producida  $I$  para alimentar un circuito de baterías prefijado. La potencia generada se calculó mediante el producto del voltaje y la intensidad, la potencia eléctrica  $P$  es:  $P = V \cdot I$ .

**Tabla 3. Resultados del sometimiento de la celda piezoeléctrica experimental a diversas fuerzas.**

Fuerza (Kgf)	Tiempo= 0,5 segundos	
	Voltaje (Voltios)	Corriente (mA)
1	0,60	24.12
10	5,67	226,8
20	13,45	538,27
30	19,42	777,16
40	24,34	973,72
50	31,15	1245,88
60	36,43	1457,56
70	42,94	1717,63
80	49,29	1971,64
90	56,85	2274,04
100	68,19	2727,64

Fuente: Diseño del sistema de iluminación vial de la recta Cali-Palmira con el uso de generadores piezoeléctricos. [Sitio web] Universidad Javeriana [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <http://vitela.javerianacali.edu.co/handle/11522/11368>

**Tabla 4. Cálculo de la Potencia generada cada 0,5 segundos.**

Fuerza (Kgf)	Tiempo = 0,5 segundos
	Potencia (Vatios)
1	0,01
10	1,28
20	7,24
30	15,09
40	23,70
50	38,80
60	53,11
70	73,75
80	97,18
90	129,28
100	186,00

Fuente: Diseño del sistema de iluminación vial de la recta Cali-Palmira con el uso de generadores piezoeléctricos. [Sitio web] Universidad Javeriana [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <http://vitela.javerianacali.edu.co/handle/11522/11368>

Las tablas sirvieron de referencia para el cálculo total de la energía necesaria para el proyecto en desarrollo. La energía eléctrica generada en cada módulo por el tráfico vehicular durante el día se establece en las siguientes tablas, dónde se registra el número y tipo de vehículos que circulan durante un día promedio de la semana (lunes). Mediante un trabajo de campo se contaron y se identificaron los diferentes tipos de vehículos que circularon sobre la recta Cali - Palmira en ambas direcciones de flujo y se promediaron los resultados observados.

**Tabla 5. Cálculo de la energía generada por día Kwh en el sentido Cali-Palmira: Peaje Estambul.**

Tipo de vehículo	Número vehículos/día	Número de ejes	Peso promedio del del vehículo (Kgf)	Fuerza compresiva Kg/rueda	Número de pulsos por eje	Número de pulsos/día	Energía generada por pulso (Joules)	Energía generada por pulso (Kwh)	Energía generada por día (Joules)	Energía generada por día (Kwh)
Automóviles	1.119	2	900-1100	> 100 kgf	4	8952 .N	93,00079515	2,58336E-05	832543.118172 .N	0.2312612 .N
Motos	759	2	200-250	> 100 kgf	2	3036 .N	93,00079515	2,58336E-05	282350.414072 .N	0.078431 .N
Bicicletas	56	2	70-80	40 - 45 kgf	2	224 .N	19,40296136	5,38971E-06	4346.263344 .N	0.001207 .N
Camionetas	369	2	2500 - 3000	> 100 kgf	4	2952 .N	93,00079515	2,58336E-05	274538.347279 .N	0.076261 .N
Buses	237	2	8000 - 10000	> 100 kgf	4	1896 .N	93,00079515	2,58336E-05	176329.507602 .N	0.048980 .N
	285	3	12000 - 15000	> 100 kgf	4	3420 .N	93,00079515	2,58336E-05	318062.719409 .N	0.088351 .N
Camiones	85	2	3000 - 4500	> 100 kgf	4	680 .N	93,00079515	2,58336E-05	63240.540701 .N	0.0175667 .N
	105	3	4800 - 7500	> 100 kgf	4	1260 .N	93,00079515	2,58336E-05	117181.001887 .N	0.032550 .N
	107	4	8000 - 12000	> 100 kgf	4	1712 .N	93,00079515	2,58336E-05	159217.361295 .N	0.044227 .N
	42	5	13000 - 15000	> 100 kgf	4	840 .N	93,00079515	2,58336E-05	78120.667925 .N	0.021700 .N
	67	6	15500 - 18000	> 100 kgf	4	1608 .N	93,00079515	2,58336E-05	14954.278599 .N	0.041540 .N
	3,298					26580 .N			2455475.220286 .N	0,682076 .N

Fuente: N. Castellanos, “Evaluación preliminar del uso del efecto piezoeléctrico para generación de energía,” INVENTUM, vol. 8, no. 15, pp. 35–40, Jul. 2013.

**Tabla 6. Cálculo de la energía generada por día Kwh en el sentido Palmira-Cali: Peaje CAT.**

Tipo de vehículo	Número vehículos/día	Número de ejes	Peso promedio del del vehículo (kgf)	Fuerza compresiva Kg/rueda	Número de pulsos por eje	Número de pulsos/día	Energía generada por pulso (Joules)	Energía generada por pulso (Kwh)	Energía generada por día (Joules)	Energía generada por día (Kwh)
Automóviles	1.120	2	900-1100	> 100 kgf	4	8960 .N	93,00079515	2,58336E-05	833287.124533 .N	0.231469 .N
Motos	771	2	200-250	> 100 kgf	2	3084 .N	93,00079515	2,58336E-05	286814.452239 .N	0.079671 .N
Bicicletas	53	2	80-90	40 - 45 kgf	2	212 .N	19,40296136	5,38971E-06	4113.4227808 .N	0.001143 .N
Camionetas	345	2	2500 - 3000	> 100 kgf	4	2760 .N	93,00079515	2,58336E-05	256682.194611 .N	0.071301 .N
Buses	290	2	8000 - 10000	> 100 kgf	4	2320 .N	93,00079515	2,58336E-05	215761.844745 .N	0.059934 .N
	261	3	12000 - 15000	> 100 kgf	4	3132 .N	93,00079515	2,58336E-05	291278.400406 .N	0.080910 .N
Camiones	111	2	3000 - 4500	> 100 kgf	4	888 .N	93,00079515	2,58336E-05	82584.706092 .N	0.022940 .N
	123	3	4800 - 7500	> 100 kgf	4	1476 .N	93,00079515	2,58336E-05	137269.173640 .N	0.038130 .N
	73	4	8000 - 12000	> 100 kgf	4	1168 .N	93,00079515	2,58336E-05	108624.928734 .N	0.038130 .N
	68	5	13000 - 15000	> 100 kgf	4	1360 .N	93,00079515	2,58336E-05	126481.081402 .N	0.035134 .N
	83	6	15500 - 18000	> 100 kgf	4	1992 .N	93,00079515	2,58336E-05	183257.583936 .N	0.051460 .N
	3,298					26580 .N			2528155.0081466 .N	0.702265 .N

Fuente: N. Castellanos, “Evaluación preliminar del uso del efecto piezoeléctrico para generación de energía,” INVENTUM, vol. 8, no. 15, pp. 35–40, Jul. 2013.

El proyecto hizo una estimación del número de camioneta que transitan diariamente en ese trayecto de la vía para determinar los cálculos que el sistema piezoeléctrico necesitaba para funcionar. En el trayecto transitan 345 camionetas que generarán diariamente  $345 * (8N) = 2760$ . N hundimientos o pulsos eléctricos de energía. Cada pulso será generado a un voltaje que depende de la intensidad de la fuerza compresiva que se ejerza sobre la baldosa. El peso promedio de la camioneta de 2 ejes está entre los rangos de 2500 kgf y 3000 kgf. Así que, el peso transmitido a

cada una de sus ruedas se está entre 625 kgf y 750 kgf. Este rango de fuerzas compresivas supera con exceso el peso límite de 100 kgf que logra la total amplitud de hundimiento del tipo de baldosa marca Pavegen V3. El voltaje V que generará la baldosa, según el cuadro inicial de respuesta experimental, será 68,1912 voltios.

Ahora, dependiendo de la longitud del tendido de los cables que toman este voltaje y lo dirige hacia las baterías, esencialmente de su resistencia eléctrica R, el sistema piezoeléctrico suministrará una corriente eléctrica  $I = V/R$  que almacenará la energía eléctrica correspondiente en la batería de acumuladores. Para la resistencia eléctrica del cableado que se implementó para hacer la medición experimental contenida en el cuadro inicial, la intensidad de corriente fue  $I = 2727,648 \text{ mA} \cong 2,728$  Amperios.

Esto significa, que la resistencia eléctrica R del cableado que se usó para suministrar la energía eléctrica a las baterías para tomar los datos experimentales del cuadro inicial fue:

$$R = V/I = 68,1912 \text{ V} / 2,728 \text{ A} \cong 25 \text{ ohmios.}$$

La potencia eléctrica de cada pulso producida por el hundimiento de la baldosa, es:

$$P = V * I = (68,1912 \text{ V}) * (2,727648 \text{ A}) = 186,00159 \text{ W.}$$

Como este pulso de potencia eléctrica actúa durante el breve lapso de 0,5 segundos, la energía eléctrica que genera cada pulso es, por consiguiente:

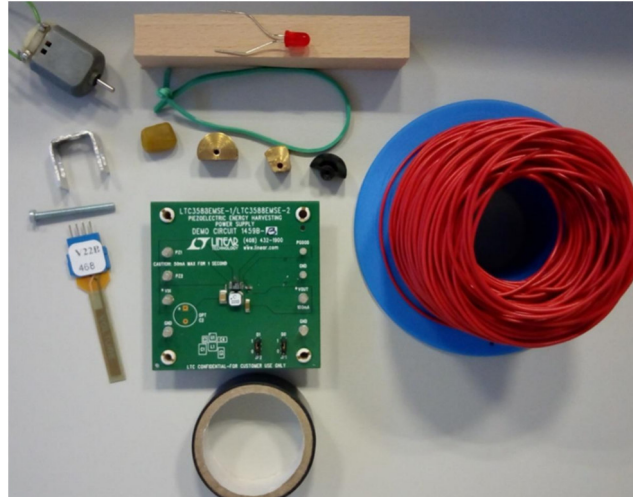
$$E = P * t = (186,00159 \text{ W}) * (0,5 \text{ segundos}) = 93,00079515 \text{ Joules}$$



Los cálculos realizados después le permitieron al autor del proyecto viabilizar el mismo y llegar a una serie de conclusiones que es recomendable conocer porque permitir medir el impacto de este tipo de tecnología como una herramienta eficiente para la generación de energía eléctrica como fuente de energía sostenible y de fácil instalación, la cual, a su vez, no genera ningún tipo de daño ambiental. Además, al utilizar este mecanismo se garantiza un mejor servicio para los conductores y transeúntes porque se garantiza la iluminación de la vía, al producirse una energía eléctrica estimada de  $0,682076.N$  (sentido Cali - Palmira) +  $0,702265.N$  (sentido Palmira - Cali) =  $1,384341.N$  Kwh/día.

En España, en 2017, estudiantes de la Universidad Autónoma de Madrid, realizaron un proyecto titulado Energy Harvesting: una técnica para generar energía. Para ello desarrollaron un sistema capaz de generar vibraciones de distintas amplitudes y frecuencias en un modelo comercial de un transductor piezoeléctrico, cuya señal resultante fue tratada por un modelo comercial de un circuito acondicionador de señal para poder alimentar un diodo LED con el objetivo de observar la generación de energía eléctrica a partir de una excitación mecánica, todo esto mientras se analizan las señales eléctricas resultantes y se realiza una comparación con el modelo teórico. Este tipo de proyecto, nos permite, como en el caso del proyecto desarrollado en India, entender el sistema piezoeléctrico desde la construcción de un sistema experimental.

**Figura 33. Componentes empleados para el desarrollo del sistema experimental**



Fuente: Energy Harvesting: Una técnica para generar energía. [Sitio web] Universidad Autonoma de Madrid. [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <https://repositorio.uam.es/handle/10486/679362>

**Tabla 7. Listado componentes utilizados**

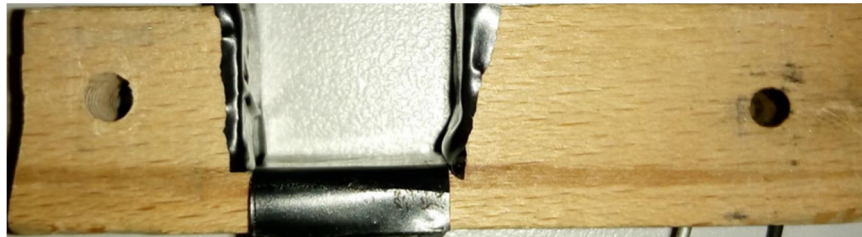
COMPONENTE	CANTIDAD	FUNCION
Motor DC	1	Generar vibraciones
Viga de madera	1	Sujeción del motor y del PEH
Led	1	Comprobar la generación de energía eléctrica
Goma elástica	15cm	Aislamiento de vibraciones
Pieza de metal	1	Sujeción del PEH
Cera de abeja	2 gr	Modificar la frecuencia de resonancia del PEH
Piezas de latón	2	Variar el momento inercial del motor
Cable	50 cm	Conexiones eléctricas
Mide VultureTM V22B Piezoelectric Energy Harvester	1	Transductor piezoeléctrico
LT Demo Circuit 1459B-A	1	Circuito acondicionador
Cinta aislante	10cm	Sujeción del motor
Tornillo	1	Sujeción pieza de metal

Fuente: Energy Harvesting: Una técnica para generar energía. [Sitio web] Universidad Autonoma de Madrid. [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <https://repositorio.uam.es/handle/10486/679362>

El desarrollo del prototipo inicia con la selección de la madera, se cortó una parte de esta y se limó la superficie generada con el objetivo de eliminar irregularidades, añadiendo cinta aislante a las superficies generadas para dotar de mayor succión

al motor, dado que con las vibraciones que genera cabe la posibilidad de que se pueda desencajar de la estructura.

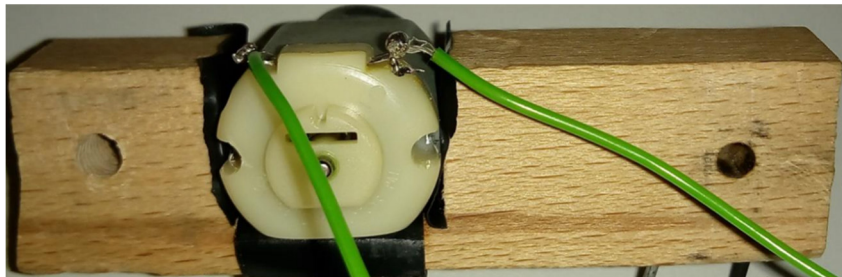
**Figura 34. Cortes en la viga de madera**



Fuente: Energy Harvesting: Una técnica para generar energía. [Sitio web] Universidad Autonoma de Madrid. [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <https://repositorio.uam.es/handle/10486/679362>

El motor DC, con dos cables soldados a los puntos de alimentación es incrustado en la viga de madera para completar la estructura encargada de generar las vibraciones.

**Figura 35. Motor DC encajado en la viga de madera**



Fuente: Energy Harvesting: Una técnica para generar energía. [Sitio web] Universidad Autonoma de Madrid. [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <https://repositorio.uam.es/handle/10486/679362>

El motor es alimentado por una fuente de alimentación variable de Agilent U8032A

**Figura 36. Fuente de alimentación variable Agilent U8032A**



Fuente: Energy Harvesting: Una técnica para generar energía. [Sitio web] Universidad Autonoma de Madrid. [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <https://repositorio.uam.es/handle/10486/679362>

Para excitar el Mide Vulture V22B Piezoelectric Energy Harvester con vibraciones de amplitudes distintas, se desarrollaron dos piezas alternas con un peso distinto para unirlos al eje del motor, aparte de la pieza de plástico incorporada por defecto. Para llevarlo a cabo, se cortaron dos piezas de un tubo, a las que se les hicieron dos orificios, uno de ellos en el centro de la circunferencia del mismo radio que el eje del motor y el otro en una parte del radio externo llegando hasta el primer orificio realizado, con el objeto de fijar un tornillo en el eje del motor, para que la pieza no salga disparada cuando el motor funcione. Para que estas 2 piezas generen distintas amplitudes de vibración cuando estén situadas en el eje del motor deben ser de pesos diferentes, por lo que en una de ellas se eliminó más cantidad de latón que en la otra.

**Figura 37. Piezas para generar distintas amplitudes de vibración**



Fuente: Energy Harvesting: Una técnica para generar energía. [Sitio web] Universidad Autónoma de Madrid. [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <https://repositorio.uam.es/handle/10486/679362>

El proceso de integración experimental de las tres partes principales para optimización en el proceso de recolección de energía se montará el Mide Volture V22B Piezoelectric Energy Harvester en una configuración voladiza, para poder sujetar el Mide Volture V22B Piezoelectric Energy Harvester, se colocará una abrazadera de metal por encima apretándolo con la madera.

**Figura 38. Abrazadera de sujeción del Mide Volture V22B**



Se debe tener en cuenta en la sujeción del Mide Volture V22B el “clamp line”, que es una línea virtual donde debe ir la abrazadera para asegurar que el transductor

piezoeléctrico se encuentra correctamente sujeto. Además, la abrazadera debe construirse con un material rígido para minimizar la disipación de energía y debe estar libre de defectos para minimizar el estrés creado sobre el transductor y evitar su deterioro. Para que la instalación sea duradera, la estructura debe ser atornillada y reforzada con arandelas para que no pierda presión con el paso del tiempo.

Tras puentear los pines 1 y 3, y los pines 2 y 4, se lleva a cabo el proceso de soldadura con un cable a cada una de las conexiones resultantes que se unirán a los pines PZ1 y PZ2 del Demo Circuit 1459B-A mediante los propios cables del osciloscopio para analizar la señal. En este caso no se soldarán los cables para facilitar el estudio del sistema. Del mismo modo, se colocará el LED entre los pines VOUT y GND del Demo Circuit 1459B-A cuando se requiera comprobar que se entrega energía aprovechable a la salida del sistema experimental.

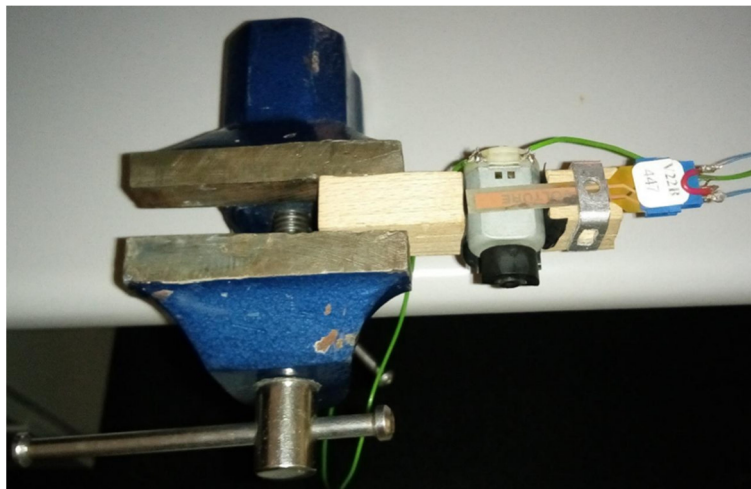
**Figura 39. Conexión del LED y Mide Volture V22B con el Demo Circuit 1459B-A**



Fuente: Energy Harvesting: Una técnica para generar energía. [Sitio web] Universidad Autónoma de Madrid. [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <https://repositorio.uam.es/handle/10486/679362>

Con la primera versión y una vez analizada la señal de salida del Mide Volture V22B se vio por primera vez el efecto piezoeléctrico. Se comprobó que la señal era muy débil, de unos 800mV de tensión pico-pico que no eran suficientes para que el Demo Circuit 1459BA fuera capaz de entregar a su salida la tensión de salida de 3,6V que se configuró con los pines D1 y D0. Por otro lado, el problema principal que presentó la estructura se debió a que la energía mecánica producida por el motor, la estructura vibratoria se movía sin parar por la mesa mientras estaba en funcionamiento. Por consiguiente, se buscó sujetar la estructura vibratoria, por lo con una mordaza de presión.

**Figura 40. Sujeción de la estructura vibratoria con la mordaza de presión**

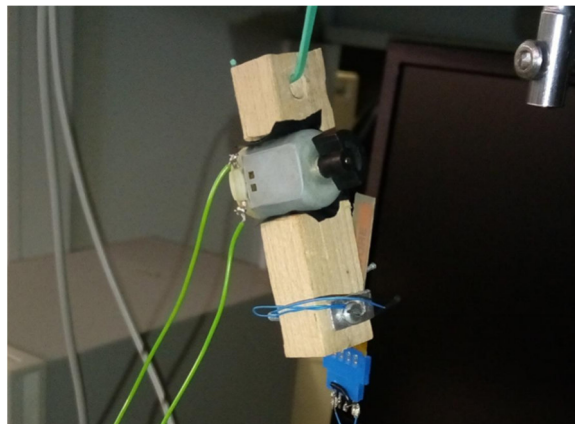


Fuente: Energy Harvesting: Una técnica para generar energía. [Sitio web] Universidad Autonoma de Madrid. [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <https://repositorio.uam.es/handle/10486/679362>

Una vez realizadas las modificaciones se observó que las vibraciones generadas por la estructura se transmitían a la propia mesa donde estaba la mordaza y se disipaban, por lo que la señal eléctrica tampoco no era suficiente para que el Demo Circuit 1459B-A fuera capaz de mantener una tensión regulada a su salida.

Una vez realizada todas las modificaciones en las configuraciones, se consiguió que por primera vez el sistema experimental fuera capaz de ofrecer a la salida del Demo Circuit 1459B-A la tensión regulada de  $V_{OUT}=3,6V$  que se configuró con los pines D1 y D0.

**Figura 41. Estructura final del sistema experimental**



Fuente: Energy Harvesting: Una técnica para generar energía. [Sitio web] Universidad Autonoma de Madrid. [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <https://repositorio.uam.es/handle/10486/679362>

Una vez finalizado el prototipo se realizaron unas pruebas que permitiera comprobar la funcionalidad del mismo, y la aplicabilidad en la industria, dejando unas conclusiones que se enunciarán a continuación porque son, en este caso, el motivo de la revisión bibliográfica del proyecto de grado. La puesta en práctica del sistema experimental presentó una serie de dificultades como la inestabilidad del sistema



final y la difícil parametrización de resultados. El presupuesto impidió realizar un análisis más preciso y real. De igual manera, permitió comprobar cómo se puede extraer energía eléctrica aprovechable a partir de vibraciones, como las que se consiguen con el sistema piezoeléctrico.

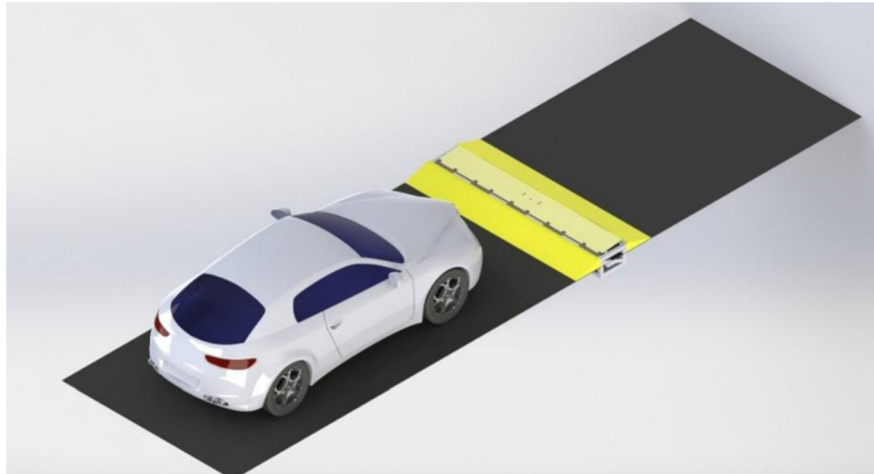
En Perú, en el año 2014, un estudiante de Ingeniería Mecatrónica de la Pontificia Universidad Católica, realizó un proyecto de grado que tituló: Generación de energía eléctrica a partir del paso de vehículos por un reductor de velocidad de sección trapezoidal ("rompemuelle"). El desarrollo del mismo tuvo como objetivo obtener la mayor cantidad de energía a partir del empleo de un multiplicador de velocidad, inercia de un disco y un generador eléctrico. Al respecto, el autor acotaba:

Este sistema mecatrónico ofrece una fuente de energía que podrá ser usada en señalizaciones en las carreteras, estaciones de pesaje y de peaje que no cuentan con suministro de energía eléctrica; así como los "rompemuelles" ubicados en las zonas urbanas en el que el suministro de energía por la vía aérea resulta peligroso (Dajes, 2014, pp. 3)

Para el desarrollo del proyecto se tuvieron en cuenta requerimientos mecánicos (resistencia de las piezas), requerimientos sobre la generación de electricidad, su respectivo almacenamiento y control de carga. El sistema mecatrónico tuvo como requisitos el soportar el paso de vehículos de un eje (peso entre 550 kg a 750 kg), dejando claro que tenía que preverse el paso de vehículos con peso hasta de 1.500 kg. De igual manera, circuitos electrónicos de protección para limitar la corriente de carga de la batería principal y el generador con el objetivo de protegerlos. Entre los requerimientos puntuales para el caso peruano se encontró que:

Las dimensiones del sistema mecatrónico desarrollado deberán cumplir con las exigencias de la directiva N°02-2007 -MTC/14 “Reductores de velocidad tipo resalto”, que norma el diseño, uso y construcción de los mismos. Ésta reglamentación establece que este tipo de reductores de velocidad no deberán exceder una altura de 10 cm por encima de la capa asfáltica (Dajes, 2014, pp. 7).

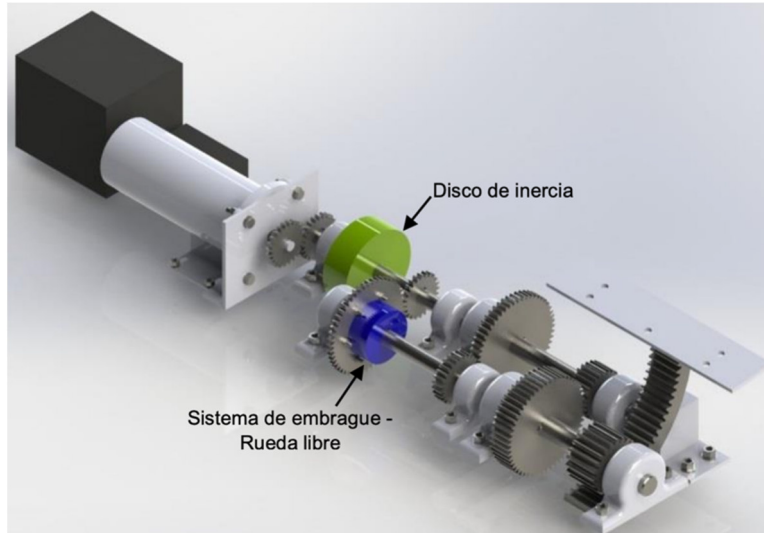
**Figura 42. Vista general del sistema mecatrónico**



Fuente: Generación de energía eléctrica a partir del paso de vehículos por un reductor de velocidad de sección trapezoidal ("rompemuelle"). [Sitio web] Universidad Católica del Perú. [Consulta: 25 de enero del 2020] Disponible en: <http://bit.ly/2RV3yoo>

El propósito del proyecto consistió en desarrollar un sistema mecatrónico instalado en un reductor de velocidad tipo resalto de sección trapezoidal. El sistema se activa al paso del vehículo por el “rompemuelle” desplazando la rampa hacia abajo iniciando el movimiento a una corona que acciona un sistema de engranajes. El uso de un sistema de engranajes tiene como fin multiplicar la velocidad para alcanzar la deseada en el generador eléctrico seleccionado.

**Figura 43. Vista del sistema de embrague y disco de inercia del sistema mecatrónico**



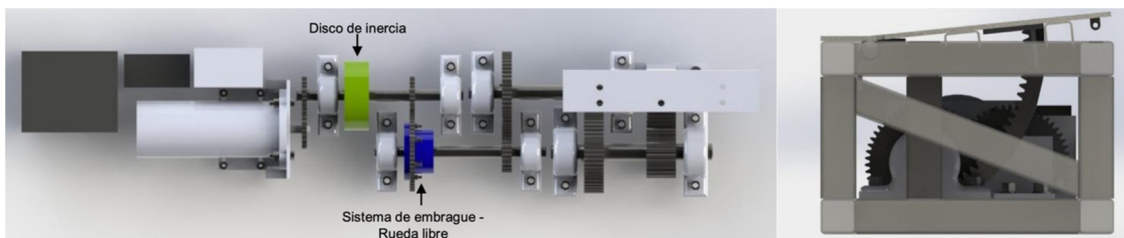
Fuente: Generación de energía eléctrica a partir del paso de vehículos por un reductor de velocidad de sección trapezoidal ("rompemuelle"). [Sitio web] Universidad Católica del Perú. [Consulta: 25 de enero del 2020] Disponible en: <http://bit.ly/2RV3yoo>

Cuando el automovil pasa por el "rompemuelle", la rampa retorna a su posición inicial por la acción de los resortes. El retorno ocasiona que el sistema de engranajes gire en sentido contrario, lo cual produce un cambio en el sentido de giro del generador. Para solucionar ese pequeño problema, se diseñó un sistema de embrague de rueda libre, que permite el desacoplamiento del sistema de engranajes cuando cambia de sentido de giro. Adicionalmente, se incorporó un disco de masa acoplado al eje del generador con el objetivo de aumentar la inercia del sistema para que continúe el giro por más tiempo después de el desacoplamiento.

Dado que la velocidad del sistema de engranajes está en función del peso del vehículo que pasa por la rampa, el generador podría alcanzar una mayor velocidad

que a su vez produciría una mayor intensidad de corriente. Debido a este efecto se ha considerado el uso de un circuito limitador de corriente para no sobrepasar el límite admisible del generador y además, para no sobrepasar la máxima corriente de carga admisible de la batería. El diseño incluye también un circuito de control de carga que evita sobrecargar la batería. Para este circuito, se empleará una batería secundaria la cual se mantendrá cargada por el mismo generador. Este sistema mecatrónico ofrece una fuente de energía que podrá ser usada en señalizaciones en las carreteras, estaciones de pesaje y de peaje que no cuenten con suministro de energía eléctrica.

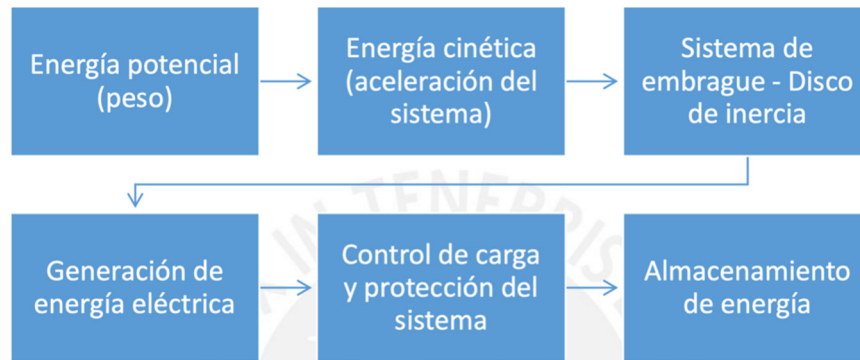
**Figura 44. Vista superior y lateral del sistema mecatrónico (No incluye estructura metálica)**



Fuente: Generación de energía eléctrica a partir del paso de vehículos por un reductor de velocidad de sección trapezoidal ("rompemuelle"). [Sitio web] Universidad Católica del Perú. [Consulta: 25 de enero del 2020] Disponible en: <http://bit.ly/2RV3yoo>

A continuación se expone el diagrama de funcionamiento del sistema mecatrónico, donde se observa que la energía potencial al pasar el vehículo por la rampa se aprovecha para la generación de energía eléctrica, logrando optimizarla mediante el uso de un sistema de embrague y la inercia de un disco.

**Figura 45. Diagrama de funcionamiento del sistema mecatrónico.**



Fuente: Generación de energía eléctrica a partir del paso de vehículos por un reductor de velocidad de sección trapezoidal ("rompemuelle"). [Sitio web] Universidad Católica del Perú. [Consulta: 25 de enero del 2020] Disponible en: <http://bit.ly/2RV3yoo>

Dentro de los elementos contenidos para la elaboración del proyecto están los de tipo mecánico y eléctrico. De igual manera, se buscará describir el proceso para el funcionamiento del mismo.

Cuando el vehículo esté sobre el sistema, una corona acciona los engranajes de dientes rectos (con ellos se puede alcanzar una mayor velocidad de rotación en el generador, disminuyendo el torque que entrega el vehículo). La relación de transmisión es 1:43 (Se determinó por el modelamiento matemático del generador seleccionado).

En cuando al sistema de embrague se eligió la rueda libre con rodillos retenidos RENOLD REGL-F2-D2 25 mm. Su funcionamiento está basado en una rueda libre que transmite el torque en un solo sentido; se acopla al eje mediante una chaveta y al engranaje mediante una brida, el torque máximo permisible es de 576 N m. Este elemento permite aprovechar al máximo el impulso, ya que cuando la rampa regrese

a su posición inicial, el generador seguirá girando, puesto que estará desacoplado del multiplicador de velocidad.

**Figura 46. Rueda libre RENOLD F2-D2 25mm y ubicación en el sistema mecatrónico.**



Fuente: Generación de energía eléctrica a partir del paso de vehículos por un reductor de velocidad de sección trapezoidal ("rompemuelle"). [Sitio web] Universidad Católica del Perú. [Consulta: 25 de enero del 2020] Disponible en: <http://bit.ly/2RV3yoo>

Otro de los componentes mecánicos seleccionados son los resortes de torsión PT700035000-2-OT-LH fabricados por Acxes Spring (acero ASTM A229, diámetro de 7mm, diámetro exterior de 35 mm, 2 espiras activas y una constante de 130 689.38 N mm/rad). Al respecto se puede decir que para esta selección se tuvieron en cuenta:

Las cargas que estarán presentes, así como la constante equivalente que permite el retorno de la rampa a su posición inicial. Son 5 juegos de resortes que se encuentran distribuidos linealmente en las bisagras de la rampa del sistema. Es importante resaltar que los resortes no van a soportar el peso del

vehículo, solo almacenaran la energía necesaria para poder retornar la rampa a su posición inicial (Dajes, 2014, pp. 11).

**Figura 47. Ubicación de los resortes en la bisagra de la rampa.**



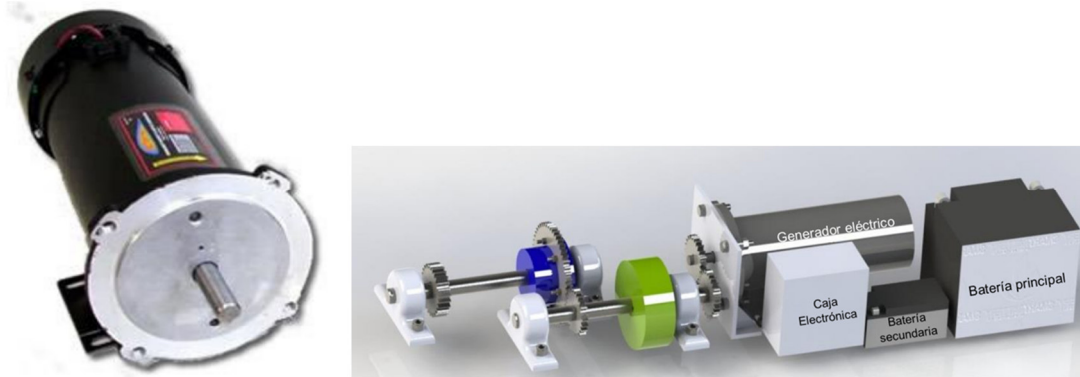
Resortes para el retorno

Fuente: Generación de energía eléctrica a partir del paso de vehículos por un reductor de velocidad de sección trapezoidal ("rompemuelle"). [Sitio web] Universidad Católica del Perú. [Consulta: 25 de enero del 2020] Disponible en: <http://bit.ly/2RV3yoo>

Entre los componentes eléctricos seleccionados está el generador Windstream Power Permanent Magnet DC Generator #443905, elegido por su gran simplicidad (no posee escobillas), esto deviene en un ahorro en mantenimiento, sumado a que es capaz de generar electricidad a bajas velocidades de rotación.

Siguiendo recomendaciones del fabricante, se sujetó el generador al plato frontal, como se ve en la figura 41. Al eje del generador se le ha fijado un engranaje mediante una chaveta para poder ser acoplado al sistema de engranajes.

**Figura 48. Generador DC de imanes permanentes #443905, marca Windstream Power y Montaje del generador y ubicación de las baterías y la caja electrónica en el sistema mecatrónico.**



Fuente: Generación de energía eléctrica a partir del paso de vehículos por un reductor de velocidad de sección trapezoidal ("rompemuelle"). [Sitio web] Universidad Católica del Perú. [Consulta: 25 de enero del 2020] Disponible en: <http://bit.ly/2RV3yoo>

En cuanto a las baterías (principal y secundaria) utilizadas para almacenar la energía generada, se cuenta con la siguiente información. La principal es SMART BATTERY 12V 40Ah Lithium Ion Battery (capaz de suministrar hasta 480 Wh, pero se ha considerado emplear el 85 % de su capacidad de carga (408 Wh)).

La tecnología es tipo Li-Ion (LiFePo4, capaz de recibir grandes cantidades de corriente de carga, por lo general entre 0,5 C y 3 C). De igual manera, se sabe que la batería escogida soporta como máxima corriente de carga 1 C, es decir 40 A, además de contar con un sistema de protección interno contra cortocircuitos, sobrecargas y sobredescargas.



**Figura 49. Batería principal de 12 V 40 Ah, marca SMART BATTERY**



Fuente: Generación de energía eléctrica a partir del paso de vehículos por un reductor de velocidad de sección trapezoidal ("rompemuelle"). [Sitio web] Universidad Católica del Perú. [Consulta: 25 de enero del 2020] Disponible en: <http://bit.ly/2RV3yoo>

Si se habla de la batería secundaria se conoce que marca Yuasa, modelo NP3.2 12V (tipo VRLA (voltage regulated lead acid)). Solo es usada como fuente de alimentación para el circuito de control de carga. Entre las consideraciones de la misma, está que no se requiere que soporte una gran cantidad de corriente de carga, debido a que su corriente de descarga es pequeña (1.97 mA).

**Figura 50. Batería secundaria Yuasa NP3.2 12V.**



Fuente: Generación de energía eléctrica a partir del paso de vehículos por un reductor de velocidad de sección trapezoidal ("rompemuelle"). [Sitio web] Universidad Católica del Perú. [Consulta: 25 de enero del 2020] Disponible en: <http://bit.ly/2RV3yoo>

Una vez conocidos los aspectos técnicos del proyecto, se puso en marcha y el funcionamiento del mismo, arrojó unas conclusiones que vale la pena ser consignadas dentro de la presente revisión bibliográfica. Se concluyó que la energía potencial de un vehículo gracias a su peso se puede aprovechar mediante un mecanismo que la transforme en energía cinética y posteriormente a energía eléctrica. Todo esto se pudo alcanzar con el sistema mecatrónico propuesto. El sistema mecatrónico propuesto es una fuente de energía que se puede usar en señalizaciones viales, peajes y estaciones de pesaje. De igual manera, los reductores de velocidad ubicados en zonas urbanas donde el suministro de energía por otras vías cueste mucho llevar.

La parte económica del proyecto, parte vital para el futuro desarrollo del mismo, arrojó que el costo del sistema mecatrónico es de aproximadamente 4.100 dolares americanos (14 millones de pesos colombianos, representados en un 25% entre la estructura metálica y el mecanizado de las piezas. La rueda libre Renold representa 20 %, por sus elevados costos de importación. Si bien costo del proyecto es elevado, cabe acotar que, los costos totales son menores a una instalación de un reductor de velocidad convencional con señalización adecuada en un lugar donde no existe el suministro público de red eléctrica.

Dentro de otros aspectos técnicos se concluyó que:

El empleo de la rueda libre protege al generador contra el impacto ocasionado por el cambio de sentido de rotación debido al ascenso de la rampa, además, al desacoplar al generador lo deja libre para que continúe rotando. El disco de inercia utilizado en este sistema mecatrónico permite aumentar la inercia del sistema para que éste continúe girando por más

tiempo luego de haberse producido el desacoplamiento. El empleo de estos dos elementos es de suma importancia debido a que permite generar mayor cantidad de energía. Este sistema contribuirá a reducir la potencialidad de accidentes e incidentes de tránsito, es decir, a evitar la pérdida de vidas humanas, debido a que ofrece una alternativa de suministro eléctrico para la señalización en zonas donde no hay facilidad o disponibilidad de energía eléctrica (Dajes, 2014, pp. 45).

### **3.3. ANÁLISIS PEST SOBRE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA A TRAVÉS DE REDUCTORES DE VELOCIDAD VEHICULAR**

El análisis del entorno estratégico externo, mejor conocido como PESTEL es un acrónimo de los factores: Políticos, Económicos, Sociales, Tecnológicos, Medio Ambientales y Legales. Al analizar estos factores externos se encuentran que muchos de ellos están fuera del control de la organización y, muchas veces se presentan como amenazas, pero a la vez como oportunidades.

Muchos factores son característicos de un país, región, ciudad o sector, por lo que un análisis PESTEL tiene que realizarse específicamente para la organización en cuestión como ejercicio estratégico. Existen factores ilimitados, pero en la práctica, la organización debe priorizar y controlar los factores que influyen en su sector. En la segunda parte de este proyecto se analizará esos factores para minimizar los riesgos posibles y aprovechar ciertas oportunidades que se nos pueden presentar al realizar un proyecto de generación de energía a través de reductores de velocidad.

## **Factores políticos**

En materia de política energética, Colombia se ha caracterizado por revisar constantemente las estrategias para asegurar y mejorar las condiciones de abastecimiento y disponibilidad de energéticos. Cabe anotar, que el sector se reestructuró con la expedición de la Ley 142 y 143 de 1994, fijando límites a la integración vertical determinadas en cuatro actividades: generación, transmisión, distribución y comercialización (Mercado Mayorista de Electricidad).

Dentro de los entes reguladores del sector eléctrico están el Ministerio de Minas y Energía, la Unidad de Planificación Minero Energética y la Comisión de Regulación y Energía y Gas.

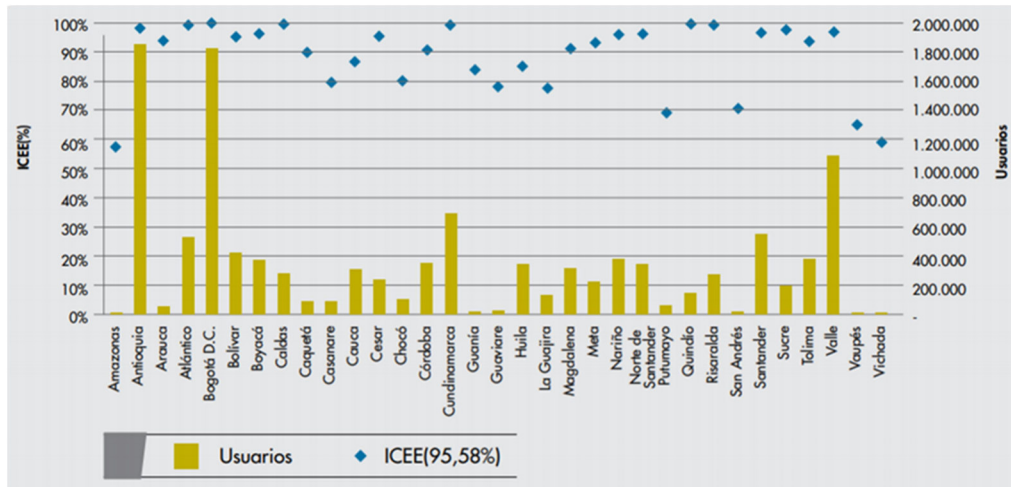
Para promover el uso de fuentes alternativas de energía fueron expedidos el Decreto 3652 (lineamientos generales del Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y demás Formas de Energía No Convencionales). De igual manera la Ley 697 (fomenta el uso racional y eficiente de la energía, promoviendo la utilización de energías alternativas y otras disposiciones).

Existen unos fondos creados con la finalidad de apoyar financieramente los proyectos que lleguen a lugares donde mediante el uso de la energía convencional es difícil llegar. Es así como se creó el Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas Rurales Interconectadas (FAER), que permite a los Entes Territoriales con el apoyo de las Empresas Prestadoras del Servicio de Energía Eléctrica en la zona de influencia, ser gestores de planes, programas y proyectos de inversión priorizados para la construcción e instalación de la nueva infraestructura eléctrica. De igual manera, está el Fondo de Apoyo Financiero para

la Energización de las Zonas no Interconectadas (FAZNI), cuyo objetivo es financiar los planes, programas y proyectos de inversión en infraestructura energética en las zonas no interconectadas.

El Ministerio de Minas presentó un estudio sobre la cobertura de energía eléctrica hace cinco años en el país, donde se ven unas gráficas con la cobertura departamental y el número de viviendas con servicio, donde se observa que la cobertura alcanzó el 95,58% a nivel nacional. El total de viviendas que tienen servicio es de 11.569.602, de las cuales 202.364 tienen la prestación con solución aislada. (Energía, 2013)

**Figura 51. Índice de cobertura de Energía Eléctrica – ICEE y usuarios por departamento 2012**



Fuente: Índice de cobertura de Energía Eléctrica . [Sitio web] Ministerio de Minas y Energía. [Consulta: 25 de agosto del 2019] Disponible en: <https://www.minenergia.gov.co/>

En diciembre de 2012, 535.613 viviendas no tenían servicio de energía eléctrica. En el país las zonas no interconectadas están en 17 departamentos, cinco capitales departamentales, 37 cabeceras municipales, 112 municipios y 1.448 localidades. Se toma como fuente el informe de “Rendición Social de Cuentas 2015-2016” del Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE) que como resumen reporta que Nariño, con 552 localidades; Chocó con 307 y Cauca con 128, son los departamentos con más localidades no interconectadas. (IPSE, 2016).

Se puede inferir que a pesar de la polarización política que hay en Colombia, la reciente firma de acuerdos de paz sugiere un ambiente adecuado para el crecimiento económico que beneficie las iniciativas de creación de empresas en especial de aquellas que incidan de manera positiva en el desarrollo y competitividad, esto sustenta el hecho de que aún hay zonas en Colombia a donde se llega con redes eléctricas, lo que sugiere también que no se tiene iluminación para el adecuado desarrollo de las regiones, situación que requiere que alternativas de solución de iluminación con otros tipos de energía como la propuesta sean una opción favorable y en el futuro inmediato sean consideradas por las comunidades.

Se considera necesario tener en cuenta los factores anteriormente expuestos como información, pero con la salvedad de que se sabe que este tipo de energía renovable no está diseñada para ofrecer soluciones a escalas grandes. Pretender que gracias a ella se solucione el problema de poblaciones en las cuales el plan de interconectividad no llegue es utópico, pero si puede analizarse en casos puntuales donde las condiciones sean favorables por el paso constante de vehículos cerca del municipio.

## Factores Económicos

El Banco Interamericano de Desarrollo en sus indicadores muestra que el consumo de energía en la región aumentará entre un 50% para el año 2030, impactando la capacidad de generación. El alumbrado público representa el 3% del consumo de energía de nuestro país. De igual manera, advierten que, la mayor parte del alumbrado público está abastecido con lámparas que no reúnen las condiciones idóneas para desarrollar proyectos de impacto social de este tipo.

En el informe del BID se resaltan las limitaciones de uso de nuevas tecnologías en el campo de generación de energía, entre las que se encuentran las siguientes:

- Falta de conocimiento técnico de los intermediarios financieros y los beneficiarios finales respecto de riesgos y retornos asociados con las mismas y cómo evaluar su rendimiento.
- Falta de confianza de los inversionistas en el rendimiento de las tecnologías y la capacidad para proveerlas.
- Falta de un marco regulatorio o legal claro para la colaboración público-privada y las concesiones.

El Banco Interamericano de Desarrollo como política define una solución innovadora para respaldar los esfuerzos para migrar a tecnología LED que es la idónea para el desarrollo de proyectos de generación de energía alternativa, para lograr la modernización y expansión de los servicios de alumbrado público en Colombia. La empresa privada y pública se beneficiará con estos incentivos que proporcionen servicios básicos, así como también los gobiernos locales. Este tipo de proyectos tiene un impacto positivo porque soluciona mediante la reducción de costos

energéticos para los municipios de Colombia, lo que generará un importante flujo de dinero que finalmente podrá utilizarse para la expansión de la red de alumbrado público en esas entidades sub-nacionales.

Finalmente, se puede concluir con el estudio del BID que existen los recursos para financiamiento del desarrollo y en especial en aspectos relacionados con alumbrado para las comunidades y que estos deben ser atendidos por los gobiernos locales aprovechando los fondos multilaterales ofrecidos, hecho que beneficia la demanda de luminarias de uso exterior y la posibilidad para quienes desarrollen proyectos de generación de energía eléctrica alternos a los conocidos

### **Factores Socioculturales**

La sociedad actual se preocupa por la sostenibilidad de los recursos naturales, mediante el ahorro energético, en este sentido, promover el uso de productos que no afecten el medio ambiente favorece el desarrollo del negocio de generación de energía eléctrica con fuentes alternativas.

### **Factores Tecnológicos**

Este aspecto se relaciona con la creación de nuevos modelos de generación de energía eléctrica renovable, implementando sistemas versátiles y prácticos que en la actualidad se desempeñan de forma eficiente como la generación de energía estudiada en el presente proyecto, con el fin de optimizar el funcionamiento de la misma en sitios donde es complejo que llegue por sus elevados costos y que, además, permitan a contribuir con la conservación del medio ambiente. Aun no existe una normativa clara sobre la instalación, pruebas, inspección, operación y



mantenimiento de tecnologías generadoras de energía renovable, es por eso que se tiene en cuenta algunos avances como, la tecnología de fabricación de células solares usando perovskitas, la cual fue nombrada como una de las diez principales tecnologías que podrían transformar la industria y salvaguardar nuestro planeta, por el Foro Económico Mundial (Pineda, Infante y Millan, 2018)

De igual manera, hay que acotar que los componentes (baterías, inversores, cables, entre otros) de los prototipos de generación de energía eléctrica mediante reductores de velocidad son fabricados principalmente en Alemania, Corea del Sur, Reino Unido, Japón, Estados Unidos, Rusia, Israel, Taiwán, China y la India. Sin embargo; desde hace algunos años, y por las condiciones favorables como las subvenciones que el gobierno colombiano ha otorgado a las empresas que desarrollen energías renovables y a las condiciones medioambientales del país, se han encontrado planes de negocios donde se estudia la viabilidad para la creación de empresas de este tipo, que, por ejemplo, elabore y comercialice baldosas piezoeléctricas como fuente de energía alternativa. Asimismo, se conoce que en 2016, un estudiante de la Universidad Nacional, creó HarvStep, una baldosa con una superficie de 35 cm<sup>2</sup> y una generación de energía correspondiente a 5 voltios (Gonzalez, 2019).

### **Factores Ecológicos y Geográficos**

En Colombia no existen industrias de producción de este tipo de tecnología. Colombia, como ya sabemos, está ubicado privilegiadamente y dispone de una gran cantidad de territorio interconectado a través de carreteras. Si bien esta tecnología está en fases tempranas de desarrollo a nivel mundial, los resultados encontrados permiten vislumbrar un futuro promisorio como toda energía alternativa que se ha

desarrollado. Se puede decir que el uso de energía alternativas es totalmente viable en nuestra región ya que los productos propuestos están sustentados en energías renovables cuyo uso viene creciendo a nivel mundial y Colombia no es la excepción, así que es un mercado con muchas posibilidades.

### **Factores Legales**

La legislación emitida por el Ministerio de Minas y Energía viene promoviendo la eficiencia energética y el uso de energías renovables mediante normas como la ley 1715 donde se ofrecen beneficios tributarios y arancelarios en el uso e importación, hecho que beneficia el sector al futuro.

#### **4. RESULTADOS**

Con base en la revisión de información y análisis de ésta, se puede precisar como un primer resultado del presente proyecto, afirmar que es un hecho irreversible la tendencia a virar hacia las energías renovables, por la disminución paulatina de las fuentes fósiles y por los efectos negativos que su uso como combustible tienen para el planeta y por la mejora permanente en la relación costo beneficio.

Dentro de los resultados encontrados se pudo evidenciar que hay suficiente ilustración bibliográfica sobre el tema, lo que permite hacer una aproximación efectiva para poder desarrollar futuros proyectos de generación de energía alternativa mediante el uso del peso de los vehículos para convertir la energía mecánica resultante en energía eléctrica.

Una vez concluida la investigación se obtuvo experiencia y la capacidad de desarrollar trabajos de campo en una proyecto conociendo todos los elementos que la componen y factores externos que se viven a la hora de realizar un proyecto que cuente con este tipo de dispositivos, beneficiosos para las comunidades alejadas y que hacen que el país vaya creciendo en lo referente a energías alternativas.

## **5. CONCLUSIONES**

Se realizó una revisión bibliográfica sobre las manifestaciones de energía y los métodos de extracción de aquellas aplicables en la generación de energía eléctrica. Particularmente ha sido estudiada la energía debido al flujo vehicular y las tecnologías existentes.

El objetivo principal del proyecto era adquirir el suficiente conocimiento en el campo de la energía alternativa mediante el estudio del marco teórico y el desarrollo y análisis de casos prácticos. Se puede concluir que el objetivo fue cumplido a cabalidad como se puede revisar al terminar el presente proyecto.

Las energías alternativas producen, aproximadamente, el 11% de la energía primaria en países desarrollados. El uso carbón, petróleo y gas, contribuyen al calentamiento global, por esta razón, se supone que para el año 2070, el 60% de la energía total se generará a partir de fuentes de energía alternativa, lo que les permite a las rampas de energía, ser combinación mecánica y eléctrica, innovadora, que puede contribuir a la disminución de la crisis energética a nivel mundial.

## **6. RECOMENDACIONES**

Para próximos proyectos se recomienda continuar con la presente investigación, para encontrar nuevos elementos que ahonden sobre el tema y profundicen en los conocimientos adquiridos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- NTC-14001. (2004). *Sistema de gestión ambiental*. Colombia: Icontec.
- Vicente, P. y. (1999). *Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva, sobre oportunidades tecnológicas*. Madrid: Publicaciones Collage.
- OVIDEO RIVERO, I. (2006). *Vigilancia Tecnológica herramienta en la gestión de información y el conocimiento en estudios energéticos*. Cuba: Investigadores.
- 166006:2018, U. (2018). *Sistemas de Vigilancia e Inteligencia en la Gestión de la I+D+i*. Obtenido de <http://planbgroup.es/2018/04/se-publica-la-norma-une-1660062018-de-sistemas-de-vigilancia-e-inteligencia-en-la-gestion-de-la-idi/>
- Vial, S. (2018). *SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL*. Obtenido de [http://signovial.pe/blog/reductores\\_de\\_velocidad\\_rompemuelles/](http://signovial.pe/blog/reductores_de_velocidad_rompemuelles/)
- Barks, A., Costa, M. y Gautreau, A. (2010). Power Generation Speed Bump. [Sitio web] IJERT [Consulta: 23 de enero del 2020] Disponible en: <http://bit.ly/2O3Jhvr>
- Campos, C. A. (2017). *Manual de Seguridad Vial*. Bogota: Dirección General de Tráfico.
- Medellin, A. d. (2018). *Seccion de Señalización*. Obtenido de [https://www.medellin.gov.co/movilidad/documents/seccion\\_senalizacion/cap\\_5\\_otros\\_dispositivos.pdf](https://www.medellin.gov.co/movilidad/documents/seccion_senalizacion/cap_5_otros_dispositivos.pdf)
- Colombiana, N. T. (2011). *NTC 4744-4*. Bogota: ICONTEC.
- vial, M. d. (2004). *Resolucion 1050 de 2004*. Bogota: Ministerio de Transporte.

- Sanchez, A. (2015). *Diseño conceptual de un generador de energía mediante reductores de velocidad vehicular parte mecanica*. Mexico: Instituto Tecnológico de Celaya.
- Dájes, L. M. (2016). *Generación de energía eléctrica a partir del paso de vehículos por un reductor de velocidad de sección trapezoidal ("rompemuelle")*. Peru: Pontificia Universidad Católica del Peru.
- CAVIEDES, C. D. (2016). "GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA NO CONVENCIONAL UTILIZANDO LA PRESION QUE EJERCEN LOS VEHICULOS SOBRE LOS DESACELERADORES. PERU: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO.
- Fernández Fuentes, B; Pérez Álvarez, S y del Valle Gastaminza, F. (2010). Metodología para la implantación de sistemas de vigilancia tecnológica y documental: el caso del proyecto INREDIS.
- Gibbons, P. a. (1996). Parallel competitive intelligence processes in organizations. *Revista Internacional Journal of Tenology Management. Vol 11. No 1-2, 162-178.*
- Gomez, D. (Diciembre de 2015). *Guia practica InnoViTech vigilancia tecnologica para la innovacion*. Obtenido de <https://www.ovtt.org/sites/default/files/archivos/Guía%20Práctica%20InnoViTech%202015.pdf>
- educacion, R. T. (2018). *Historia de la electricidad y sus personajes*. Obtenido de [http://recursostic.educacion.es/eda/web/tic\\_2\\_0/informes/perez\\_freire\\_carlos/temas/personajes.htm](http://recursostic.educacion.es/eda/web/tic_2_0/informes/perez_freire_carlos/temas/personajes.htm)
- Energia, R. (2016). *Revista Energia*. [online] [www.revistaenergia.com](http://www.revistaenergia.com). Available at: <https://www.revistaenergia.com/1097/> [Accessed 14 Jan. 2020].

- Rodriguex, C. (2009). *Sistema de vigilancia tecnologica y agentes inteligentes*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Rodriguez, S. A. (2018). *Propuesta metodologica basada en vigilancia tecnologica para el desarrollo del marco regulatorio de las fuentes no convencionales renovables de energia en Colombia*. Bogota: Universidad Nacional del Colombia.
- Marulanda, C. (2016). *Vigilancia Tecnologica para estudiantes universitarios*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Esponda, G. A. (1990). *Diseño de elementos de maquina*. Mexico: Trillas.
- (s.f.). Guimarães, F. B. (s.f.). SUSTENTABILIDADE APLICADA À LOGÍSTICA DE TRANSPORTE TERRESTRE E ESTUDO DA APLICAÇÃO DA ENERGIA PIEZOELÉTRICA NO BRASIL. Brasil.
- (s.f.). Hernández, C. M. (2011). VALORACIÓN DE LA CAPACIDAD DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR MEDIO DE UN DISPOSITIVO CON EFECTO PIEZOELÉCTRICO EN LAS ENTRADAS VEHICULARES DE LA SEDE CENTRAL DE LA UIS. Bucaramanga.
- (s.f.). Tipler, P. A. (2006). Física para la ciencia y la tecnología Volumen 2A. GeneMosca: Editorial Reverté.
- (s.f.). Gonzáles-Longatt, F. M. (2007). Sistema mecánico de transmisión de aerogeneradores de eje horizontal.
- (s.f.). Lázaro, J. G. (8 de julio de 2014). Estudio de la viabilidad de uso de un motro generador en el desarrollo de bicicletas estaticas. Cataluña: Universidad Politecnica de cataluña.
- (s.f.). Robert L. Mott, P. (2006). Diseño de elementos de maquinas, cuarta edicion. Mexico: Pearson.



- (s.f.). Superintendencia de Industria y Comercio. (2016). Boletín Tecnológico medición y gestión inteligente de consumo eléctrico. Centro de Información Tecnológica y Apoyo a la Gestión de la Propiedad Industrial (CIGEPI).
- (s.f.). Shu, Y. C., & Lien, Y. C. (2006). Analisis of power output for piezoelectric enery harversting systems. Smart material and strutures.
- (s.f.). Vasquez-Rodriguez, F. J., Jimenez-Martinez, J., & de Frutos, J. (2011). Banco de ensayos para materiales piezoelectricos en aplicaciones viales. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, 65-72.
- (s.f.). Floyd, T. (2008). Dispositivos Electronicos (Vol. VIII). Pearson Educacion.