

	ARTÍCULO TRABAJO DE GRADO MODALIDAD DIPLOMADO DE PROFUNDIZACIÓN	Código: F-PI-001
		Versión: 01
		Página 1 de 9

UN PASO HACIA EL FUTURO DE LA ENERGÍA VIAL

DUVÁN ALEXIS URÁN VÁSQUEZ
dauv815@gmail.com

DAVID CASTRILLÓN GONZALES
david.cast27@gmail.com

SEBASTIÁN MONCADA CASTAÑO
sebastianmoncada10@gmail.com

Resumen: Los recursos naturales empiezan a escasear, por lo que hay que encontrar fuentes y alternativas de energías limpias y renovables que ayuden a subsanar las necesidades que los seres humanos tienen. Por esta razón, la investigación que se realiza apunta a encontrar nuevas formas y una solución para la problemática que se avecina. Con un sistema mecatrónico de generación de energía incorporado en los reductores de velocidad, no sólo se puede regular la movilidad, sino proveer energía al alumbrado público alrededor de éste. Esta propuesta se puede hacer realidad si se cuenta con el apoyo de los entes gubernamentales y la empresa privada.

Palabras claves: *reductor de velocidad, energías renovables, sostenibilidad, sistema mecatrónico*

Abstract: Natural resources are becoming scarce, for that it's necessary to find sources and alternatives of clean and renewable energies that help to correct the needs that human beings have. For this reason, the present investigation focuses on finding new ways and a solution to the problem that will happen. With a mechatronic system of energy generation incorporated in speed reducers, not only can the mobility be regulated, but also provide energy to the public lighting around it. This proposal can be realized if it has the support of the governmental entities and the private company.

Key words: *Speed reductor, renewable energy, sustainability, mechatronic system.*

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente los países potencia como Alemania, Portugal y Holanda tienen grandes desarrollos en el uso de las energías renovables, a nivel industrial las empresas buscan emplear este tipo de energías debido al cambio climático y la elevada tasa de contaminación en los principales centros urbanos.

El reemplazo o cambio de las energías tradicionales por las no convencionales es una búsqueda por encontrar mejores formas para la calidad del aire, frenar la destrucción a los recursos naturales, y aprovechar fuentes que antes no se concebían como útiles.

Actualmente los proyectos y el uso de estas energías son muy variados, es un campo que todos los días tiene más relevancia a nivel mundial, en Colombia hay un gran potencial porque su ubicación la privilegia, debido a que cuenta con diversas materias primas que sirven como alternativa energética.

El uso de los reductores de velocidad como alternativa energética deriva de una amplia gama de opciones que permiten el cuidado del medio ambiente, el aprovechamiento del parque automotor de las diferentes ciudades del país y la disminución del uso de energías tradicionales; la cual se hablará en este artículo.

	ARTÍCULO TRABAJO DE GRADO MODALIDAD DIPLOMADO DE PROFUNDIZACIÓN	Código: F-PI-001
		Versión: 01
		Página 2 de 9

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Plantear una alternativa de energía limpia por medio de reductores de velocidad, para el aprovechamiento de la energía renovable en las vías del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

2.1.1 *Objetivos Específicos*

- Investigar herramientas que permitan la generación de energía renovable en las carreteras.
- Indagar sobre mecanismos de energía limpia que se conviertan en una alternativa adicional a la proporcionada por las empresas de servicios públicos, por medio de reductores de velocidad.

3. JUSTIFICACIÓN

Existe una problemática mundial por el agotamiento de las fuentes y de los recursos naturales para la generación de energía, por lo cual, diferentes gobiernos trabajan constantemente y apoyan alternativas que busquen dar soluciones sostenibles en el tiempo.

Se tiene conocimiento que en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá ya existe una alternativa que involucra el parque automotor y las vías para la generación de energía limpia. Consiste en unas placas incrustadas en una vía muy transitada de la ciudad de Medellín que generan energía al hacer contacto con los vehículos, sin embargo los usuarios las evaden porque creen que son sensores para fotomultas.

Esta investigación consiste en proponer una alternativa que ayude a la sostenibilidad energética del Área Metropolitana, y a su vez a la problemática mundial anteriormente mencionada, utilizando el tránsito vehicular y los reductores de velocidad incrustados en las vías, generando así energía limpia

que sustentará el alumbrado público alrededor; además podría impactar la movilidad de la ciudad, ya que esto ayudaría también a reducir la accidentalidad vial.

4. UNA MIRADA DIFERENTE A LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y SU GENERACIÓN

4.1 **Reseña histórica**

Las energías renovables comenzaron principalmente por un conjunto de ideas y no necesariamente por una investigación, estas se basan en el aprovechamiento de los recursos naturales que son inagotables para un bien útil.

En la historia se encuentran varios inventos que presentaban alternativas al no uso de la energía convencional como la fósil, uno de ellos es el molino de viento, el cual fue la primera herramienta implementada para generar energía con la ayuda del viento. Principalmente se usó para “moler grano, aserradores de madera, prensado de semillas y para producir aceite, así como para triturar todo tipo de materiales” (Oni Escuelas, 2004, cap 3.2).

Este mecanismo se implementó en Holanda con una mayor cantidad de aspas para mantener la velocidad del giro constante, sin importar el cambio del viento, en el siglo XX, en Dinamarca fue aplicada como medio para generar energía eléctrica, este invento fue llamado turbina de viento.

Aquí se empezó a segmentar los tipos de energía, ésta fue llamada energía eólica que tienen como función generar electricidad y bombear el agua. Ver figura 1.

	ARTÍCULO TRABAJO DE GRADO MODALIDAD DIPLOMADO DE PROFUNDIZACIÓN	Código: F-PI-001
		Versión: 01
		Página 3 de 9

FIGURA 1. MOLINOS DE VIENTO



Tomado de (Oni Escuelas Cap3, molinos de viento)

El molino de agua es una herramienta antigua que usa el agua como medio de generación de energía, se produce gracias a la fuerza natural del agua de ríos y mareas las cuales hacen girar una rueda para proporcionar energía. A este tipo de energía se llama energía hidráulica, estos molinos no tienen una fecha de creación confirmada, sin embargo, los primeros escritos, diseños e implementaciones aparecen en la edad media. Ver figura 2.

FIGURA 2. MOLINOS DE AGUA



Tomado de (Las mil respuestas, molinos de agua)

Por otro lado en el siglo XVIII en la Revolución Industrial se toma el sol como herramienta para experimentos con lupas y espejos donde se concentra la luz y permite fundir metales. Luego de unos siglos se logra pensar en el Sol como motor de energía,

gracias a varios científicos que descubrieron el efecto fotoeléctrico, esta palabra tiene como significado:

“Luz incidente sobre la superficie de un metal provoca que los electrones sean expulsados. El número de electrones emitidos y su energía cinética se pueden medir en función de la intensidad y frecuencia de la luz”. (Hanson, Harvey, Sweeney y Zielinski, 2017).

Concluyendo un nuevo tipo de energía llamado energía solar. Actualmente se usan paneles solares para la obtención y generación de energía. Ver figura 3.

FIGURA 3. PANELES SOLARES



Tomado de (RT en español, Actualidad, Puerto Rico busca desarrollar la energía solar)

En los años 70 se menciona el concepto de energía renovable o alternativa, y se visualiza un futuro con agotamiento de los recursos fósiles dando por otro lado un impacto ambiental.

Son consideradas como energías limpias, aquellas que al implementar cualquier instrumento o herramienta permite generar energía y reducir la contaminación, apuntando a fuentes de energía inagotables gracias a las nuevas tecnologías.

4.2 ¿Qué es?

4.2.1 Energía renovable

Se conoce como energía renovable a toda aquella que no depende de combustibles fósiles como el petróleo, el carbón, entre otros para su generación, este tipo de

 <p>INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO</p> <p>Ciencia, educación y desarrollo</p>	ARTÍCULO TRABAJO DE GRADO MODALIDAD DIPLOMADO DE PROFUNDIZACIÓN	Código: F-PI-001
		Versión: 01
		Página 4 de 9

energía puede ser suministrada de manera inagotable como por ejemplo: energía eólica, hidráulica y solar.

En Colombia este tipo de alternativas varían de acuerdo a la ubicación geográfica de los departamentos, un ejemplo de esto son “los vientos constantes de la Guajira, la biomasa que se produce a partir de la caña de azúcar en el Valle del Cauca y la generación de energía geotérmica del Parque Nacional de los Nevados” (Colombia Aprende; Cortes, 2017).

El Decreto 1715 de 13 de mayo 2014, regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional, y su objetivo es promover la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable.

Amparados en este Decreto, muchas empresas como Celsia del Grupo Argos y EPM (Empresas Públicas de Medellín) han comenzado su incursión en este tema con proyectos de energía solar en Yumbo y energía eólica en la Guajira, respectivamente.

Según datos de Ser Colombia, que agrupa a más de 23 compañías que les apuestan a las energías renovables, el 93% de la explotación y producción energética está constituida por recursos de origen fósil, un 4% de hidroenergía y un 2% de biomasa y residuos. (Revista Portafolio, 2016)

4.2.2 Resaltos

Existen muchas formas, herramientas y artefactos que ayudan a que los vehículos automotores reduzcan su velocidad, entre ellos están las ondulaciones transversales, conocidas como resaltos, reductores de velocidad o policías acostados, y se definen como:

“Dispositivo estructural fijo, que opera como reductor de velocidad en los sectores de las carreteras que atraviesan las zonas urbanas, y que consiste en la elevación de la calzada en una sección determinada de la vía” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú, 2007, p.3).

De acuerdo a su definición estos resaltos tiene como función reducir la velocidad de todos los tipos de

vehículos a motor, permitiendo así una mayor seguridad vial y un mejor control en la forma de circulación de estos vehículos en áreas urbanas.

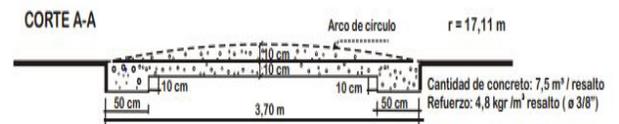
A continuación se mencionan una serie de restricciones y recomendaciones para la instalación de los reductores de velocidad:

- Vías urbanas en donde transiten rutas de transporte público colectivo.
- Vías urbanas principales (o de jerarquía superior) o calles que enlacen a éstas.
- Vías urbanas con volumen vehicular diario superior a 500 vehículos.
- Vías urbanas cuyo porcentaje de vehículos pesados supere el 5%.
- Pendiente de la vía mayor del 8%

(Ministerio de Transporte, sección movilidad, 2015, p.659).

Para la inclusión de estos resaltos en las vías se deben considerar los lineamientos que exige la Secretaría de Tránsito de cada localidad, en el caso de la ciudad de Medellín se deben seguir los siguientes lineamientos: “La saliente sobre el plano de la superficie del pavimento será de 10 cm y la longitud mínima a lo largo de la vía 3.70 m” (Alcaldía de Medellín, Otros dispositivos para la regulación del tránsito, Cap 5, p.196) como se exponen en la siguiente figura 4.

FIGURA 4. CARACTERÍSTICAS RESALTOS



Tomado de (Otros dispositivos para la regulación del tránsito, Alcaldía de medellin, Cap 5)

4.3 Tipos de resaltos

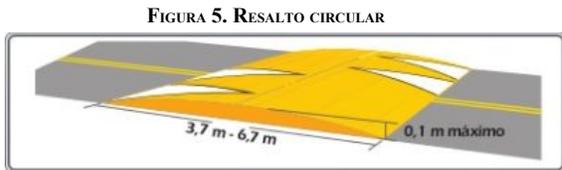
En las zonas urbanas se puede observar una variedad de resaltos que para los usuarios no tienen ningún significado, esta variedad en formas y tamaño se debe a diferentes funciones, a continuación se hará una breve explicación de cada uno de esos resaltos.

	ARTÍCULO TRABAJO DE GRADO MODALIDAD DIPLOMADO DE PROFUNDIZACIÓN	Código: F-PI-001
		Versión: 01
		Página 5 de 9

4.3.1 Resalto circular

“Este tipo de resalto es de sección circular y puede colocarse en un solo carril o toda la sección de la vía” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú, 2007, p.7).

Este tipo de resalto es el más común en las ciudades y zonas urbanas, su función principal es la de inducir a los usuarios de vehículos automotores a reducir la velocidad. Ver figura 5.

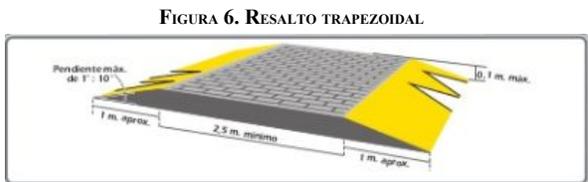


Tomado de (Dispositivos para la regulación de tránsito, Ministerio de Transporte, sección movilidad)

4.3.2 Resaltó trapezoidal

“Este tipo de resalto es de sección trapezoidal y cubre toda la sección de la vía, también tiene la función de cruceo peatonal” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú, 2007, p.7).

Son muy comunes en los alrededores de las iglesias, parques principales y parques culturales de las ciudades, además de actuar como un reductor de velocidad para los vehículos, sirve para que los peatones crucen de un lado a otro, es muy adecuado para las personas con movilidad reducida porque no hay necesidad de bajarse del andén o acera. Ver figura 6.

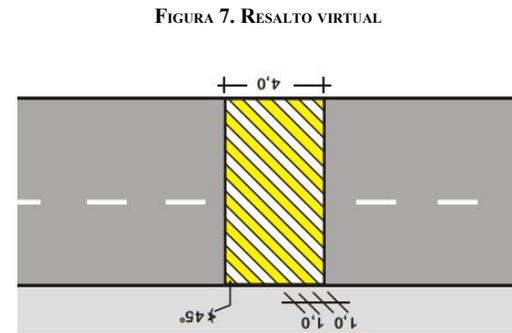


Tomado de (Dispositivos para la regulación de tránsito, Ministerio de Transporte, sección movilidad)

4.3.3 Resalto 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. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú, 2007, p.7)

Este tipo de resalto es muy común en las vías de primer orden a nivel nacional porque éstas manejan un alto grado de accidentalidad. Ver figura 7.



Tomado de (Dispositivos para la regulación de tránsito, Alcaldía de Medellín, sección movilidad)

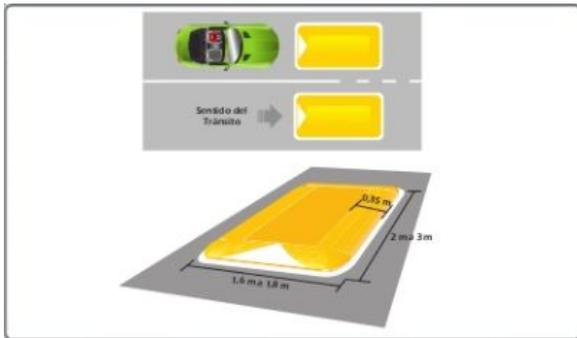
4.3.4 Cojines

Este tipo de resalto no cubre toda la sección de la vía, su uso es para velocidades de orden de 50 a 60 km/h, con la finalidad de calmar la velocidad sin afectar la comodidad de los vehículos. (Ministerio de Transporte, sección movilidad, 2015, p.662).

Con estos resaltos se garantiza que la movilidad sea fluida, se usan a menudo en vías arteriales y están pensados para vehículos de bomberos y ambulancias. Ver figura 8.

	ARTÍCULO TRABAJO DE GRADO MODALIDAD DIPLOMADO DE PROFUNDIZACIÓN	Código: F-PI-001
		Versión: 01
		Página 6 de 9

FIGURA 8. RESALTO TIPO COJIN



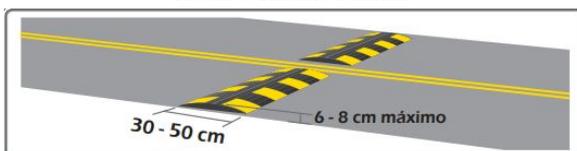
Tomado de (Dispositivos para la regulación de tránsito, Ministerio de Transporte, sección movilidad)

4.3.5 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”.(Ministerio de Transporte, sección movilidad, 2015, p.661).

Es muy común ver este tipo de resaltes a la entrada de colegios, centros comerciales y cuando los entes de seguridad como la policía realiza puestos de control o retenes. Ver figura 9.

FIGURA 9. RESALTO PORTÁTIL



Tomado de (Dispositivos para la regulación de tránsito, Ministerio de Transporte, sección movilidad)

4.4 Mecanismos para la generación de energía en las vías.

4.4.1 Carretera solar

Francia en diciembre de 2016, fue el primer país que implementó una carretera solar, que permite generar energía por medio de paneles solares, éstos se encuentran incrustados en una vía que tiene aproximadamente 1 km de distancia, además estos paneles pueden soportar cualquier tipo de peso de un

vehículo y las llantas se adhieren normalmente como si fuera asfalto. Esta idea se realizó con el fin de alimentar el alumbrado público de un pueblo de Normandía. ver figura 10.

FIGURA 10. CARRETERA SOLAR



Tomado de (El Tiempo, Sección Europa, Foto: Benoit Tessier / REUTERS)

Para el mundo esta idea es una de las más innovadoras para generar energía limpia o alternativa en las carreteras. Sin embargo, éste proyecto tiene varias críticas, como el costo que implicó y donde se implementó, ya que dicha carretera es plana y la mejor forma de aprovechar estos paneles solares es en superficies inclinadas, para recibir los rayos de sol de forma más óptima, además se presenta un desgaste causado por el clima y por el paso de los vehículos. Finalmente es funcional, pero al ser costoso se esperan mayores beneficios en los próximos años.

4.4.2 Carretera piezoeléctrica.

Para poder explicar en qué consisten las carreteras piezoeléctricas es razonable definir qué es el efecto piezoeléctrico, Chacon, Cortes, Giral y Romero (2012) en su artículo sobre piezoelectricidad en un buzzer lo definen como “manifestaciones eléctricas en forma de campo eléctrico debido a deformaciones físicas, generalmente en cristales (naturales o sintéticos)”. (Chacon et al. 2012).

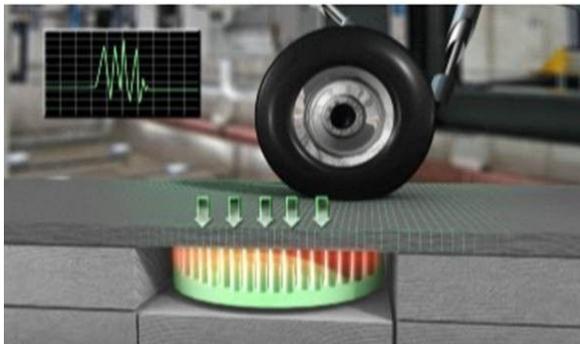
Es decir, se genera energía eléctrica por medio de ciertos cristales que tienen propiedades piezoeléctricas como el cuarzo y la turmalina, al ser sometidos a presiones mecánicas o comprimidos, aparece una diferencia de potencial (voltaje), y además una carga eléctrica generando energía.

	ARTÍCULO TRABAJO DE GRADO MODALIDAD DIPLOMADO DE PROFUNDIZACIÓN	Código: F-PI-001
		Versión: 01
		Página 7 de 9

En Israel el Instituto de Investigación Technion y la empresa Innowatech, han desarrollado una forma de combinar las carreteras y autopistas, el efecto piezoeléctrico y los vehículos que las transitan para generar energía eléctrica de forma limpia, este proyecto tiene el nombre de *Energy Harvesting System*.

Las carreteras piezoeléctricas consiste en incrustar por debajo del asfalto unos generadores que funcionan con materiales piezoeléctricos, conectados a baterías situadas a los extremos de las vías, al momento en que los vehículos pasan por encima de estos generadores, se genera la energía eléctrica y se guarda en las baterías. Ver figura 11.

FIGURA 11. CARRETERA PIEZOELÉCTRICA



Tomado de (La web del gadget, El rincón del ingeniero, materiales inteligentes)

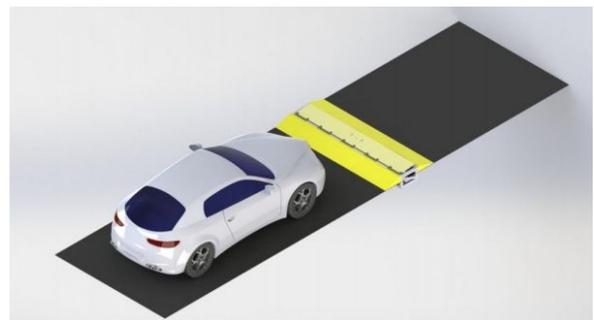
Estos generadores no dependen de la velocidad con la que vaya el vehículo, sólo depende de la deformación de los cristales, es decir, entre mayor tiempo esté bajo esta presión mayor energía va a generar, y como la generación de energía es directamente proporcional a su deformación, entre más pesado sea el vehículo más energía se podrá captar.

4.5 Solución propuesta

La incorporación de un sistema mecatrónico que genere energía de acuerdo al paso de los vehículos que circulan por la ciudad, es la iniciativa con la cual se puede sustituir parcialmente el uso de la energía convencional para el alumbrado público, en los alrededores de los reductores de velocidad.

Basados en la tesis Generación de energía eléctrica a partir del paso de vehículos por un reductor de velocidad del señor Ingeniero Mecatrónico Luis Miguel Dajes Davalos de la Pontificia Universidad Católica del Perú, se puede aprender la forma de realizar una implementación de este sistema; y usar los conceptos que sean aplicables en las zonas urbanas del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Ver figura 12.

FIGURA 12. VISTA GENERAL DEL SISTEMA MECATRÓNICO



Tomado de (Tesis generacion de energia a partir del paso de vehículos por reductor de velocidad, Luis Miguel Dajes Dávalos)

En su tesis el Ingeniero Dajes Dávalos proporciona una completa visión de cómo se podría implementar este tipo de sistemas en las vías y cómo por medio de estos resaltos se puede almacenar en una batería principal la energía suficiente para proveer las luminarias.

En su diagrama de funcionamiento del sistema mecatrónico. Ver figura 13.

FIGURA 13. VISTA GENERAL DEL SISTEMA MECATRÓNICO



Tomado de (Tesis generacion de energia a partir del paso de vehículos por reductor de velocidad, Luis Miguel Dajes Dávalos)

	ARTÍCULO TRABAJO DE GRADO MODALIDAD DIPLOMADO DE PROFUNDIZACIÓN	Código: F-PI-001
		Versión: 01
		Página 8 de 9

Se puede observar que la energía potencial que entrega el peso del vehículo se aprovecha para la generación de energía eléctrica, la cual es optimizada por medio de un sistema de embrague y la inercia de un disco. (Dajes Dávalos, 2014, p.10)

En el caso de las zonas urbanas, las luminarias consumen entre 70Wh (Watts/Hora) y 400Wh, por lo cual las baterías que se vayan a utilizar para soportar una cantidad mínima de 10 luminarias debe poder almacenar entre 700W y 4000W para una iluminación continua durante 10 horas.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Colombia es un país con un potencial enorme, su geografía permite que no dependa tanto de materiales fósiles como el petróleo y el carbón, aunque es conocido que las hidroeléctricas aportan un porcentaje significativo en la generación de energía que se consume a diario, el recurso hídrico no es inagotable y se ha evidenciado en el último tiempo con las sequías que se presentan en gran parte del país a causa del fenómeno del Niño.

Países con menos recursos que Colombia ya están en una carrera de innovación en la generación de energías limpias, ¿por qué entonces no se están implementando este tipo de alternativas?

Compañías como EPM y Celsia han venido trabajando en soluciones de esta índole, por lo cual el conocimiento y la experiencia adquirida es de gran utilidad para este tipo de proyectos, sin embargo se deberían fortalecer alianzas público - privadas que conlleven al desarrollo e implementación de alternativas sostenibles y amigables con el medio ambiente.

En la ciudad de Medellín para el año 2015 se contaban con 141.195 luminarias, lo cual la hacía una de las ciudades mejor iluminadas del país; debido a esto, es importante resaltar que incursionar en alternativas como la propuesta en este artículo, aportarán en gran

medida al medio ambiente debido a que estas ayudan a reducir el consumo de energías tradicionales.

En el proceso investigativo que se realizó para indagar sobre mecanismos de energías limpias o alternativas que son usadas actualmente a nivel mundial para uso urbano, se encuentra una variedad de innovaciones como la carretera solar en Francia y la carretera piezoeléctrica que se está estudiando en Israel, en el caso del Área Metropolitana, se cuenta con la implementación en una de las vías principales de El Poblado, la cual consiste en generar energía por medio de dispositivos incrustados en la vía para diferentes usos.

6. REFERENCIAS

- Alcaldía de Medellín (2015). Movilidad, *sección señalización*. Otros dispositivos para la regulación del tránsito. Obtenido de https://www.medellin.gov.co/movilidad/documents/seccion_senalizacion/cap5_otros_dispositivos.pdf
- Colombia aprende. (27 de 06 de 2017). Noticias: *Energías alternativas para el futuro de Colombia*. Obtenido de <http://aprende.colombiaprende.edu.co/es/agenda/noticias/energ%C3%ADas-alternativas-para-el-futuro-de-colombia>
- Dajes. D (2014). *Generación de energía eléctrica a partir del paso de vehículos por un reductor de velocidad* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú. República del Perú.
- Hanson, Harvey, Sweeney y Zielinski. Text adapted from "*Quantum States of Atoms and Molecules*". (20 de 01 de 2017). Photoelectric Effect. Obtenido de [https://chem.libretexts.org/Textbook_Maps/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps/Map%3A_Quantum_States_of_Atoms_and_Molecules_\(Zielinski_et_al.\)/02._Foundations_of_Quantum_Mechanics/2.2%3A_Photoelectric_Effect](https://chem.libretexts.org/Textbook_Maps/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps/Map%3A_Quantum_States_of_Atoms_and_Molecules_(Zielinski_et_al.)/02._Foundations_of_Quantum_Mechanics/2.2%3A_Photoelectric_Effect)
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2015). *Manuales de señalización vial. Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorutas de Colombia 2015*. Obtenido de https://www.mintransporte.gov.co/Documentos/documentos_del_ministerio/Manuales/manuales_de_senalizacion_vial

	ARTÍCULO TRABAJO DE GRADO MODALIDAD DIPLOMADO DE PROFUNDIZACIÓN	Código: F-PI-001
		Versión: 01
		Página 9 de 9

Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú. (2007). *Directiva 02-2007-MTC/14 Reductores de velocidad tipo resalto*. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_le_gales/1_0_1290.pdf

Oni Escuelas (2004). Capítulo 3. *Molinos de viento*. Obtenido de http://www.oni.escuelas.edu.ar/2004/san_juan/676/eolica_y_molinos/capitulo_3/cap_3_2.htm

Revista Portafolio. (05 de 12 de 2016). Innovación: *Energías renovables, la apuesta que debe hacer el país*. Obtenido de <http://www.portafolio.co/innovacion/energias-renovables-en-colombia-502061>

Chacon. C, Cortes. J, Giral. D y Romero. R (01, octubre, 2012). *Piezoelectricidad en un buzzer*. Revista Tecnura Tecnología y cultura, afirmando el conocimiento. Recuperado de <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/Tecnura/article/view/6818/8402>

Hoja de vida Autores

Duván Alexis Urán Vásquez: Estudiante último semestre de Ingeniería de Sistemas. Analista y Desarrollador. Mentalidad estructurada y analítica, orientada a la búsqueda de soluciones.

David Castrillón Gonzales: Estudiante último semestre de Ingeniería de Sistemas, Desarrollador Front-End. Alto sentido de responsabilidad, orientación a resultados, seguimiento a procesos y estrategias

Sebastián Moncada Castaño: Estudiante último semestre de Ingeniería de Sistemas, Desarrollador Back-End, Capacidades para evaluar los factores que pueden influir de manera significativa en una situación.