



LA FORMACIÓN DE INGENIEROS:
UN COMPROMISO PARA EL
DESARROLLO Y LA SOSTENIBILIDAD

15 al 18
DE SEPTIEMBRE

20
20

www.acofi.edu.co/eiei2020

AEROGENERADOR PORTÁTIL DE BICICLETA PARA BICIUSUARIOS DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ

María Paula Sánchez Fernández, Dhaily Zalenny Rico Torres, María Lucía Salazar Torres, Karen Juliana Betancourt Ramírez, Maicol Patiño Sierra

**Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá, Colombia**

Resumen

Actualmente, la demanda energética a nivel mundial ha aumentado a un ritmo alarmante, en gran parte debido a la revolución tecnológica. La mayor parte de energía que se utiliza para cubrir esta demanda proviene de combustibles fósiles caracterizados por ser agotables y dañinos. Por ello, se ha venido implementado una nueva forma de generar energía a partir de fuentes alternativas, dentro de las que destaca la energía eólica, catalogada como una de las más eficientes en términos de beneficios ambientales, costos e innovación tecnológica.

En ciudades como Bogotá, el uso de aparatos electrónicos y distintas aplicaciones móviles para la generación de empleo, han incidido en la búsqueda de nuevas formas de generación de energía.

En ese sentido, para el presente proyecto, se identificó una problemática latente dentro de la ciudad de Bogotá que involucra a los biciusuarios, principalmente a aquellos que trabajan a través de diferentes plataformas digitales en la entrega de domicilios; quienes se ven obligados a interrumpir sus labores al tratar de mantener con carga sus teléfonos móviles. Como respuesta a esta necesidad, se plantea la implementación de un aerogenerador portátil en sus bicicletas que aprovecha la energía eólica como fuente alternativa, permite generar energía y prolongar la carga del celular sin detener las actividades laborales.

Palabras clave: energía eólica; aerogenerador; biciusuarios

Abstract

Currently, global energy demand has increased at an alarming rate, largely due to the technological revolution. Most of the energy used to cover this demand comes from fossil fuels characterized by being exhaustible and harmful. For this reason, a new way of generating energy has been implemented from alternative sources, among which wind power stands out, classified as one of the most efficient in terms of environmental benefits, costs and technological innovation.

In cities like Bogotá, the use of electronic devices and various mobile applications for job creation have influenced the search for new forms of power generation.

In this sense, for the present project, a latent problem was identified within the city of Bogotá that involves biciusers, mainly those who work through different digital platforms in the delivery of addresses; those who are forced to interrupt their work by trying to keep their mobile phones charged. In response to this need, the implementation of a portable wind turbine in their bicycles is considered, which uses wind energy as an alternative source, allows energy to be generated and cell phone charging prolonged without stopping work activities.

Keywords: *wind power; wind turbine; bike users*

1. Introducción

Dentro de las energías alternativas, una de las mejores por costos, beneficios ambientales o innovación tecnológica que se puede destacar, es la energía eólica que ha sido aprovechada desde la antigüedad para mover los barcos impulsados por velas o hacer funcionar la maquinaria de molinos al mover sus aspas. Esta, solo depende de la cantidad de viento presente en la zona donde se hace el emplazamiento de las turbinas y de la disponibilidad de espacio suficiente (Moraleda & Nieto, 2013).

En la actualidad, la energía eólica es utilizada principalmente para producir energía eléctrica mediante aerogeneradores. Según datos del Global Wind Energy Council (GWEC), la capacidad de energía eólica instalada alrededor del mundo ha crecido de manera vertiginosa al pasar de 94.1 Gigavatios a 591 Gigavatios durante el periodo 2007-2018, destaca en primer lugar China con 211.392 MW, seguido de Estados Unidos con 96.665 MW, luego Alemania, India y España, siendo los primeros productores mundiales. Por otro lado, en América del Norte, Central, del Sur y el Caribe se instalaron 13.427 MW de capacidad de energía eólica en 2019, un aumento del 12% con respecto a las instalaciones de aerogeneradores en el año anterior. (REVE, 2020)

Colombia por su parte, se abastece en gran parte de energías renovables y además por su ubicación geográfica, el país goza de un régimen de vientos sobresaliente en Suramérica y aprovechable para la generación eólica, sin embargo, causa extrañeza su desarrollo bastante incipiente, con una capacidad instalada de apenas 19,5 MW representada por Jepirachi, en La Guajira. (Maya, Hernández & Gallego, 2012).

Las grandes ciudades como Bogotá día tras día, están en la búsqueda constante de nuevas formas de generación de energía, ligado a la aprehensión de los aparatos electrónicos en su cotidianidad; por ejemplo, el celular es una de las herramientas más utilizadas para simplificar algunas actividades como la comunicación, el fácil acceso a la información, etc. Gracias a los avances de esta tecnología, se ha logrado, entre otras cosas, la generación de empleo por medio de aplicaciones de muchos tipos, como por ejemplo la entrega de pedidos a domicilio, a través de aplicaciones tales como Rappi, Domicilios.com, Uber Eats, entre otras.

Allí, surge la problemática para los trabajadores de diferentes plataformas digitales, por la interrupción de sus labores al tratar de mantener con carga el celular. Por ello, se plantea la posibilidad de fomentar una manera de prolongar la carga de los teléfonos móviles sin detener las actividades de dichos trabajadores y haciendo uso de la energía eólica como fuente alternativa, impactando de manera positiva en la calidad de vida de los Rappitenderos, gracias a la implementación de un aerogenerador portátil en sus bicicletas, debido a que ya no se tendrán que desplazar a lugares específicos únicamente para cargar su celular, lo que optimiza tiempos y minimiza el consumo de energía eléctrica, ya que se puede generar una cantidad de energía considerable en los recorridos en bicicleta, aprovechando al máximo la energía cinética, producto del viento que golpea constantemente al biciusuario y su bicicleta, esto podría ayudar a que los Rappitenderos realicen mayor cantidad de pedidos, si lo desean, sin preocuparse por el agotamiento de la batería de su teléfono y el tiempo que tendrían que disponer para cargarla.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General: Implementar un aerogenerador portátil como tecnología apropiada para los domiciliarios de aplicaciones móviles en la ciudad de Bogotá.

2.2. Objetivos Específicos:

- Promover el uso de una fuente de energía alternativa como lo es el aprovechamiento de la energía eólica.
- Construir un aerogenerador de energía portátil apto para las bicicletas, que permita aprovechar el aire como fuente de energía en la carga de batería de los teléfonos móviles.
- Involucrar a la población objetivo en la participación y apropiación de la tecnología de acuerdo a su respuesta frente a la misma

3. Descripción del Contexto

3.1. Espacial

El proyecto se desarrollará en la ciudad de Bogotá; por cercanía y porque sus características favorecen el desarrollo de la propuesta. La ciudad tiene la red más grande de ciclorrutas en América Latina, con una extensión de 540 kilómetros para el año 2019, de las cuales, el 89 % de las vías están en buen y óptimo estado. Además de esto, más de 835.000 bogotanos utilizan la

bicicleta siendo el 6,5% del total de la población quienes recurren a este medio alternativo de transporte (Revista Semana, 2018).

3.2. Poblacional

Actualmente la empresa domiciliaria con mayor número de biciusuarios a su servicio en la ciudad de Bogotá, corresponde a la empresa Rappi, debido al tipo de contratación que conlleva, pues facilita que personas que carecen de experiencia tengan en esta organización una oportunidad laboral. La ventaja que ofrece la organización a través de la app móvil, es que cualquier persona que tenga un celular y un vehículo para su transporte (generalmente bicicleta y moto) puede acceder a sus servicios y trabajar por medio de esta.

3.3. Datos recopilados a partir del primer acercamiento a la población

Con el propósito de tener el primer acercamiento a la población de rappideros y sus necesidades, se realizó, en el centro de la ciudad, en un punto de concentración de la población objetivo aledaño a la estación de transmilenio Museo Nacional, una **Entrevista estructurada** (ver imágenes 1 y 2), el 5 de septiembre de 2019, con la que se pretendía indagar sobre la duración, facilidad y tiempo de carga de los teléfonos celulares durante un turno diario habitual.

Tabla 1. Respuestas de los Rappideros durante la entrevista.

Rappidero	Zona de Trabajo	¿Cuántas horas al día trabaja?	¿Utiliza más de un celular?	¿Cuántas horas tarda en cargar su celular?	¿Cuántas horas dura la carga de su celular?	¿Qué hace cuando se descarga su celular en horas de trabajo?
Yamid	Museo Nacional, Chapinero, Centro Internacional	12 horas	No, sólo 1	2 horas	3 horas	Lo pongo a cargar en el centro comercial o con una batería recargable
José	Museo Nacional, Centro Internacional, Macarena	10 horas	No, sólo 1	Toda la noche	5 horas	Utilizo una power bank y si no tengo pedidos, lo cargo en el centro comercial
Héctor	Zona Museo Nacional y alrededores	9 horas	No, sólo 1	8 horas	2 horas	Utilizo una power bank o lo cargo en el centro comercial
Camilo	Zona Centro: Chapinero, Cra. 7ma. Zona Norte: Calle 106	6 horas	No, sólo 1	40 minutos (Carga Rápida)	Todo el día (en modo ahorro)	Lo cargo en el centro comercial
Carlos	Macarena, Centro Internacional, Candelaria y Chapinero	8 horas	No, sólo 1	Toda la noche	Todo el día	Pido prestada una power bank a algún compañero, lo cargo en una moto o en el centro comercial.
Nicolás	Museo Nacional,	5-6 horas	No, sólo 1	5 horas	10 horas	Lo cargo en el centro comercial

	Centro Internacional					
--	----------------------	--	--	--	--	--

Fuente: Comunicación personal, 05 de septiembre de 2019.

Imagen 1 y 2. Entrevista realizada a los rapitenderos en la estación Museo Nacional.

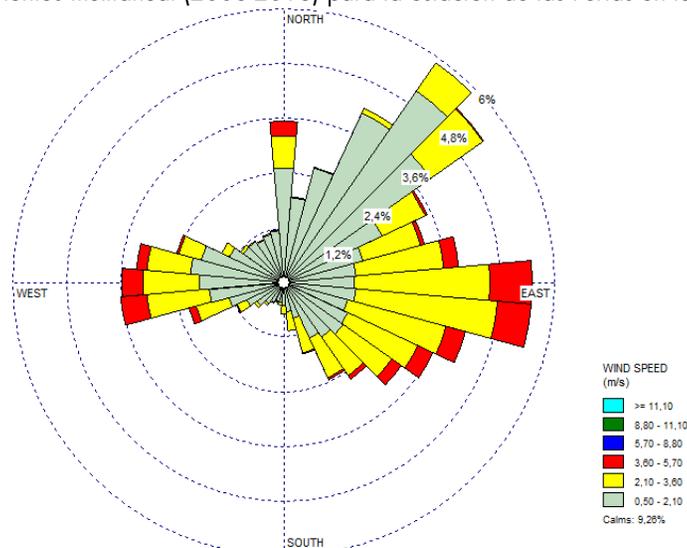
Fuente: Autores, 2019

4. Características Técnicas de la Propuesta

4.1. Velocidad y dirección del viento

La rosa de vientos generada a partir de los datos obtenidos por la Red de Monitoreo de Calidad del Aire en Bogotá (RMCAB), específicamente de la estación Las Ferias; ubicada en la Avenida Calle 80 # 69Q-50 en la localidad de Engativá y caracterizada por ser de tipo de tráfico a una altitud de 2552 m.s.n.m; arrojaron una predominancia de la dirección del viento hacia el este y noroeste, una velocidad predominante entre 0,50 - 2,10 m/s y un bajo porcentaje de calmas (velocidades menores a 0,5m/s) con el 9,26%, siendo estas las velocidades más bajas entre los rangos.

Imagen 3. Rosa de vientos multianual (2008-2018) para la estación de las Ferias en la localidad de Engativá.



Fuente. Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la Red de Calidad de Aire de Bogotá (2019)

4.2. Duración de la batería de celular

Tabla 2. Comparación de baterías

Tipo	Duración (N° de recargas)	Tiempo de carga (h)	Auto-descarga por mes (% del total)
Li-ion	4000	2-4	25%
Li.po	5000	1-1.5	10%

Fuente: Yugra, 2014

Por medio de una encuesta realizada a 100 personas mediante un estudio desarrollado por Mogollón y Guerrero (2017), se obtuvo que la batería del celular al 21% de los encuestados les dura entre 2 a 4 horas en el día la carga, el 44% de los encuestados dicen que les dura entre 6 a 8 horas en el día la carga y al porcentaje restante les dura más de 8 horas. Esta variación se puede deber a la capacidad de la batería o bien a las aplicaciones y la frecuencia con que cada persona las use, por esta razón en otro estudio se comprobó el consumo de energía por aplicación, teniendo en cuenta tres funciones muy usadas en la cotidianidad y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3. Consumo de energía por aplicación

Función	Aplicación	Energía consumida en una hora
Navegación web	Chrome	1549 mWh
	Mozilla Firefox	1711 mWh
Mensajería instantánea	Hangouts	1815 mWh
	Whatsapp	1612 mWh
GPS	My Track	2350 mWh
	Geo Track	2670 mWh

Fuente: Rocabado, Díaz & Cadena, 2015

Con lo anterior, se puede afirmar que el GPS es sin duda una de las herramientas que un rappidero tiene que utilizar en cada entrega de un domicilio, y como se observa, es una de la que más energía consume.

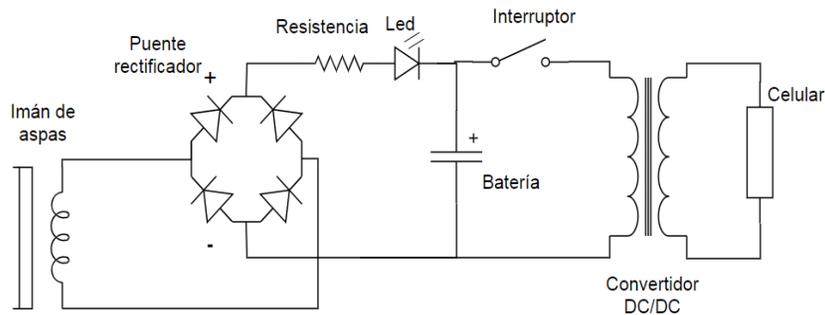
5. Diseño

5.1. Plano eléctrico aerogenerador

En el plano eléctrico se puede observar el imán permanente que se ubica al interior de las aspas, las cuales al inducir un campo magnético en las bobinas generarán energía eléctrica; la bobina como se observa en la imagen 4, tiene un terminal en la mitad que no se usó debido a que se hizo una prueba en la generación de energía y se concluyó que los dos extremos (que fueron los que se tomaron) generaban alrededor de 6V, mientras que al colocarlo con el terminal intermedio solo se obtuvo la mitad. Como hay cambios en la polaridad de la corriente generada, se debe rectificar

la corriente (cambiar a corriente continua), por lo que se hace pasar por un puente rectificador, que se encarga por medio de los diodos de separar las polaridades de la corriente. La batería se encarga de almacenar la energía proveniente del aerogenerador, para que cuando se vaya a extraer este salga de manera constante (aproximadamente 3,7V), la carga de esta se puede observar por medio de un led emisor de luz, el cual indica que la batería está recibiendo efectivamente los 6 voltios. El interruptor se encarga de bloquear y permitir el flujo de corriente hacia el convertidor dc/dc; este funciona como un amplificador de voltaje, aumentando el voltaje de salida de 3,7V a 5V aproximadamente que es lo que finalmente necesita el celular para comenzar a cargar.

Imagen 4. Plano eléctrico aerogenerador



Fuente: Autores, 2019

5.2. Planos físicos del aerogenerador e instalación

<p>VISTA ISOMÉTRICA</p>	<p>VISTA FRONTAL</p>	<p>Facultad de medio ambiente y recursos naturales</p> <p>UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS</p>	
<p>VISTA LATERAL</p>	<p>VISTA DE PLANTA</p>	<p>Proyecto: Aerogenerador portátil para bicicletas</p> <p>Asignatura: Tecnologías apropiadas II</p> <p>Integrantes:</p> <p>Dhaily Zeleny Rico Torres - 20152180053 María Lucía Salazar Torres - 20152180024 Karen Juliana Betancourt Ramírez - 20152180064 María Paula Sánchez Fernández - 20152180975 Maicol Patiño Sierra - 20152180042</p> <p>Escala: 1:2</p> <p>Plancha número 1: vista isométrica, frontal, lateral y de planta</p>	

Fuente: Autores, 2019

Para este caso concreto, cabe resaltar que el viento irá de manera perpendicular al aerogenerador, ya que este se encontrará ubicado en la parte delantera de la bicicleta, por lo tanto, siempre tomará la energía de frente ofreciendo la máxima eficiencia.

5.3. Medidas de control

Para la identificación del correcto funcionamiento del aerogenerador una vez se instala en la bicicleta, se debe tener en cuenta que en la caja plástica habrá dos bombillos indicadores led:

- Led verde: Al estar encendido, indica que la batería interna está cargando con un voltaje superior a 3V. Cuando éste no enciende significa que la batería está cargando lentamente o que el led se ha quemado.
- Led rojo: Hace parte del convertidor dc/dc e indica que el dispositivo está disponible para cargar el celular o que está suministrando carga al mismo.

Adicionalmente, se incluye un folleto realizado con las generalidades del proyecto y un manual de instrucciones para su correcta instalación.

6. Resultados

Se contó con la colaboración de Sebastián Zambrano, rappidetero, a quién se le realizó una pequeña inducción acerca del aerogenerador, de cómo usarlo y qué hacer en caso de dudas o fallas. Sebastián lo utilizó en la entrega de sus pedidos por una semana. En este tiempo, se verificó que el aerogenerador funcionara correctamente, cargando efectivamente el celular. Dentro de las observaciones que Sebastián realizó al finalizar la semana están:

- La necesidad de una mínima velocidad para que el aerogenerador pudiera funcionar.
- La pérdida de la potencia transmitida por el cambio de dirección al dar una vuelta
- Incomodidad de la caja plástica al hacer movimientos bruscos, donde sugiere cambiarla por una más pequeña

6.1. Viabilidad y sostenibilidad.

Para ver la trascendencia del presente proyecto dentro de la población objetivo, se hace necesario analizar su viabilidad y sostenibilidad desde tres dimensiones, que en conjunto, dan lugar al equilibrio entre los pilares del desarrollo sostenible.

➤ Dimensión económica

El aerogenerador está construido con materiales reutilizados y de fácil acceso, para que en caso de réplica se puedan conseguir fácilmente a un precio accesible. Además en caso de mantenimiento, se puede acceder de manera sencilla a la pieza deseada, sin necesidad de desechar o cambiar el aerogenerador por completo.

En cuanto al costo del aerogenerador, es de \$66.217, considerando costos directos e indirectos, pero este valor se debe a que fue la primera unidad realizada. Es decir, que a medida que se construyan más unidades, este costo puede llegar a disminuir a \$35.000, aumentando de esta manera su viabilidad. Comparado con un power bank convencional que está en un precio aproximado de \$40.000, el aerogenerador se convierte en una solución eficiente y asequible.

➤ Dimensión ambiental

El aerogenerador es un dispositivo que aprovecha una fuente energética infinita como lo es el viento, utilizando este recurso ambiental para generar electricidad sin necesidad de depender del sistema energético nacional. Este dispositivo se encarga de prolongar la duración de la

carga en un celular mediante las leyes del electromagnetismo, transformando este movimiento oscilante en energía.

El dispositivo cuenta con un fácil mantenimiento y reparación, que los mismos usuarios podrán realizar, debido a que busca eliminar el consumismo ligado a la obsolescencia programada que hoy en día sufren la mayoría de aparatos tecnológicos.

➤ **Dimensión social**

Considerando parte fundamental a la población de domiciliarios que trabajan a través de aplicaciones móviles, se logró evidenciar la manera en la que el aerogenerador responde a una problemática latente, que corresponde al tiempo que se pierde mientras se carga el celular. Esta respuesta se da a través de la posibilidad de generar energía para su celular a través del aerogenerador instalado en sus bicicletas, mientras que cumplen con sus labores en la entrega de domicilios, convirtiéndose en una solución apropiada a sus necesidades.

7. Plan de distribución

Se considera que la tecnología expuesta es factible, entre otras cosas, debido a los materiales utilizados para su elaboración, puesto que se usaron elementos recuperados de aparatos electrónicos dañados u obsoletos como computadoras y celulares, que permiten replicar y dar continuidad a la tecnología desarrollada, ya que no representan un alto costo.

Por otro lado, se estima que el mantenimiento del dispositivo se debe realizar semanalmente, para revisar las conexiones del circuito y limpiarlo. Si llega a presentar algún problema se deberá utilizar el folleto de información desarrollado para que se pueda solucionar. En caso de que se presenten daños o fallas que no puedan ser resueltas por el usuario, se recomienda contactar a alguno de los desarrolladores del proyecto o buscar a alguien con conocimiento en electrónica, para ello, el folleto también dispone del plano eléctrico.

En términos del diseño del aerogenerador, se debe tener en cuenta que a pesar de que este protege el dispositivo de daños por humedad y polvo, no se asegura que pueda protegerlo de fuertes lluvias. En zonas donde se presenta esta condición climática, es recomendable cambiar la caja plástica por un empaque más hermético y que por seguridad evite el contacto de la lluvia con el circuito eléctrico.

Es importante aclarar que, aunque el proyecto está enfocado a la población de domiciliarios puede ser adoptado para su uso, por cualquier biciusuario.

8. Conclusiones

- La implementación de un aerogenerador portátil, funciona como una tecnología apropiada para los domiciliarios que trabajan a través de aplicaciones móviles en la ciudad de Bogotá y responde a la necesidad de mantener con carga su celular para la realización de sus labores de forma oportuna.

- El aerogenerador portátil para bicicletas, permite aprovechar el aire como fuente de energía alternativa en la carga de batería de los teléfonos móviles de los domiciliarios, evidenciando así, la importancia de la energía eólica.
- El trabajo con la población objetivo fue esencial en el desarrollo del proyecto y su positiva acogida permite que sea posible su sostenibilidad a largo plazo, no sólo dentro de los domiciliarios, sino que además pueda ser replicada y/o adoptada por cualquier biciusuario.

9. Referencias

- Moraleda y Nieto, (2013). Estudio de viabilidad de un parque eólico. Universidad Politécnica de Cartagena. Recuperado de: <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3773/tfm290.pdf?sequence=1>
- Consejo Mundial de Energía Eólica GWEC, (2018). Global Wind Report 2018. Recuperado de: <https://gwec.net/global-wind-report-2018/>
- REVE: Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico, (2020). América instaló más 13,4 GW de energía eólica en 2019. Recuperado de: evwind.com/2020/02/04/america-instalo-mas-de-134-gw-de-energia-eolica-en-2019/
- Maya, Hernández & Gallego, (2012). La valoración de proyectos de energía eólica en Colombia bajo el enfoque de opciones reales. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/cadm/v25n44/v25n44a09.pdf>
- Revista Semana (6 de junio de 2018). Más de 835.000 bogotanos prefieren la bicicleta para movilizarse. Recuperado de <https://www.semana.com/nacion/articulo/cuantas-personas-montan-bicicleta-en-bogota/572660>
- Yugra V., (2014). Diseño e implementación de un cargador aprovechando la energía solar, para equipos de telefonía móvil con conexión vía puerto usb para el área rural. Recuperado de: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/11574/EG-1378-Yugra%20Huanca%2c%20Vania%20Alejandra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rocabado, Díaz & Cadena, (2015). Cargadores solares portátiles para el uso de dispositivos móviles en zonas rurales aisladas del NOA. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/52077>

Sobre los autores

- **María Paula Sánchez Fernández:** Estudiante de Ingeniería Ambiental Universidad Distrital Francisco José de Caldas. mpsanchezf@correo.udistrital.edu.co
- **Dhaily Zalenny Rico Torres:** Estudiante de Ingeniería Ambiental Universidad Distrital Francisco José de Caldas. dhzricot@correo.udistrital.edu.co
- **María Lucía Salazar Torres:** Estudiante de Ingeniería Ambiental Universidad Distrital Francisco José de Caldas. mlsalazart@correo.udistrital.edu.co
- **Karen Juliana Betancourt Ramírez:** Estudiante de Ingeniería Ambiental Universidad Distrital Francisco José de Caldas. kajbetancourtr@correo.udistrital.edu.co

- **Maicol Patiño Sierra:** Estudiante de Ingeniería Ambiental Universidad Distrital Francisco José de Caldas. mapatinos@correo.udistrital.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2020 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)