



2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

RETOS EN LA FORMACIÓN
DE INGENIEROS EN LA
ERA DIGITAL

PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE APORTES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, ASOCIADOS A LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE, UTILIZADOS POR LA COMUNIDAD ACADÉMICA DE LAS UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER, UTS, EN BUCARAMANGA, SANTANDER, COLOMBIA

Carlos Alberto Amaya Corredor, Angy Lizeth Abreo Díaz, Deisy Carolina Rey Lugo, Diana Carolina Ríos Sánchez

**Unidades Tecnológicas de Santander
Bucaramanga, Colombia**

Resumen

En la ciudad de Bucaramanga, las Unidades Tecnológicas de Santander UTS, constituye un punto de ciudad que congrega gran cantidad de población, cerca de 18500 habitantes en menos de 2 ha. Toda esta comunidad, utiliza diferentes medios de transporte, usando combustibles fósiles. La institución es icono de ciudad, por consiguiente, motivador de la generación de aportes significativos de Gases Efecto Invernadero (GEI) a la atmosfera de la ciudad. La investigación desarrollada desde el programa de Ingeniería Ambiental, buscó identificar, por estadística básica, los métodos de transporte preponderantes entre la comunidad académica, en sus desplazamientos residencia-UTS-residencia. Metodológicamente se aplicaron encuestas persona a persona, para determinar la cantidad de viajes diarios, hacia y desde las UTS; el tipo de transporte de esta movilidad, para determinar, su posible generación de GEI; y de acuerdo a estas estimaciones teóricas, se propusieron mecanismos de gestión de la movilidad urbana, bien por mecanismos alternativos de movilidad ó por alternativas de transporte en la zona.

Los resultados de la investigación, mostraron que todos los medios de transporte utilizan combustible fósil, que los desplazamientos hasta las UTS, en promedio recorren entre 2 y 10 km, y que la institución, como punto de referencia de la ciudad, promueve indirectamente y sin intención, la generación una cantidad significativa de GEI. Los resultados permitieron proponer dos estrategias de gestión de movilidad, entorno a las UTS: métodos alternativos de movilidad no

generadores de GEI; y regular la movilidad de vehículos, movidos por combustibles fósiles, en los entornos cercanos de la institución.

Palabras clave: cambio climático; movilidad sostenible; gases de efecto invernadero.

Abstract

In the city of Bucaramanga, the Technological Units of Santander UTS, constitutes a point of city that congregates a great amount of population, near 18500 inhabitants in less than 2 has. All this community, use different means of transportation. The institution is a city icon, motivating the generation of significant contributions of Greenhouse Effect Gases (GHG) to the atmosphere of the city. The research developed from the Environmental Engineering program, sought to identify, by basic statistics, the predominant transport methods among the academic community, in their residence-UTS-residence movements. Methodologically, person-to-person surveys were applied to determine the number of daily trips to and from UTS; the type of transport of this mobility, to determine, its possible GHG generation; and according to these theoretical estimates, urban mobility management mechanisms were proposed, either by alternative mobility mechanisms or by transport alternatives in the area, in a way that helps to reduce the contribution of GHG influenced by the UTS institution.

The results of the research, showed that all systems of mobility it uses fossil fuel, that the trips to the UTS, on average run between 2 and 10 km, and that the institution, as a point of reference for the city, promotes indirectly and without intention, to generating a significant amount of GHG, The results allowed proposing two mobility management strategies, around UTS: alternative mobility methods that do not generate GHGs; and regulate the mobility of vehicles, moved by fossil fuels, in the surroundings of the institution.

Keywords: climate change; sustainable mobility; greenhouse gases

1. Introducción

Los sistemas de transporte tradicionales, en todas las ciudades del mundo, se fundamentan en el uso de combustibles fósiles, por consiguiente, en aportantes significativos de Gases Efecto Invernadero (GEI). En Bucaramanga, las Unidades Tecnológicas de Santander UTS, se convirtieron en un icono de ciudad, al consolidarse como una oferta en educación superior de calidad y al alcance de toda la comunidad de la región y el país.

Las Unidades Tecnológicas de Santander, UTS, como institución de educación superior, constituye un punto de ciudad que congrega gran cantidad de población, más de 16000 estudiantes, cerca de 900 docentes y 500 funcionarios administrativos, los cuales utilizan diferentes medios de transporte y por consiguiente diferentes niveles o formas de generación de GEI. Si bien la movilidad de esta población no es el principal aportante a las condiciones de calidad ambiental de la ciudad, reconocer su nivel de incidencia permite actuar desde lo local para generar

resultados en lo global y promover mecanismos de movilidad que disminuya el impacto por GEI que las UTS expande sobre la ciudad.

Los vehículos automotores contribuyen significativamente a la contaminación atmosférica, al cambio climático y a incrementar los problemas de salud pública (Toro. Et al., 2018). El incremento acelerado de la contaminación por los diferentes medios de transporte, ha generado consecuencias en la calidad del aire en la última década (Romero, et al., 2006). Este sector contribuye significativamente al aumento de GEI y así mismo al cambio climático.

Colombia pasó de emitir el 0,37% de las emisiones mundiales a generar el 0,42% en los últimos años (IDEAM, 2016). Según estudios del Panel Intergubernamental de Cambio Climático, IPCC, a nivel nacional se conoció que los tres sectores que más generaron emisiones fueron: el forestal, con el 36%; el sector agropecuario, con el 26%; el sector Transporte, con un 11%. Además, calculan que en 20 años las emisiones del país aumentaron en un 15%, pasando de 245 millones toneladas en el año 1990 a 281 millones de toneladas en el año 2010 y en el sector de transporte aumentaron las emisiones entre los años 1990-2012 pasando de 18 a 28 millones de toneladas equivalente al 53% (IDEAM-1, 2016).

El creciente incremento del mercado automotriz, acelerado por la falta de un transporte público eficaz y eficiente, se le señala como la principal causa de fuente móvil de contaminación de Bucaramanga y su área Metropolitana (MADS, 2012). A nivel del país los estudios recabados, se han centrado en la identificación del CO₂ emitido por diferentes fuentes móviles, en el entendido de ser este gas el de mayor generación automotor y el de mayor incidencia atmosférica.

En experiencias como las desarrolladas por la Universidad de Medellín en la Ciudad de Montería, Córdoba (Londoño, 2006), el inventario que presentaron incluía las emisiones provenientes de los vehículos automotores, rellenos sanitarios y las fuentes biogénicas. La Universidad de los Andes en la ciudad de Bogotá (Giraldo, et al., 2010), propuso estimar el inventario de emisiones de fuentes móviles para la ciudad e identificar variables pertinentes. En el estudio de la Universidad Tecnológica de Pereira sobre las emisiones de CO₂ por clases de combustibles (Fernández, et al., 2010), se confrontó dos tipos de combustible, gasolina y gas natural vehicular, contra el uso de biocombustible.

En el contexto continental, estudios en México, han analizado la línea base para la identificación de emisiones de CO₂ del transporte de carga (Mendoza, et al., 2015); y en el estado de Veracruz, (Monroy, et al., 2010), mostraron que el sector transporte cuenta con mayor crecimiento en términos de consumo de energía y emisiones de GEI.

Por su parte, estudios en Argentina, sobre la emisión de carbono CO₂ (Puliafito, et al., 2010) expusieron la estimación de las emisiones para el sector transporte y evaluaron las oportunidades de mitigación. Estudios en Perú (Maturana, et al., 2014) buscan determinar herramientas de reducción de las emisiones y estimar la disponibilidad a pagar por la reducción de Gases Efecto Invernadero (GEI); y en Ecuador (Rojas, et al., 2015), aportan conceptos para mejorar la calidad del aire por medio de análisis de emisiones de CO₂ en los vehículos automotores en la ciudad, mediante una estimación de su nivel de emisiones.

2. Materiales y Métodos

La construcción metodológica del proyecto se desarrolló bajo un enfoque mixto cualitativo-cuantitativo (Monje, 2011), con una recolección de información de campo, identificando la distribución espacial de la población en su acceso a las UTS y estimando la generación de GEI por sus sistemas de viaje en la ciudad. Se desarrollaron tres fases de trabajo:

Fase I. Diagnóstico estadístico de las modalidades de transporte utilizado por la comunidad académica de las UTS. Se realizó una recolección de información de campo a través de encuestas persona a persona para identificar el sistema utilizado, las distancias recorridas y las periodicidades de viaje hacia las UTS. Para determinar el tamaño de la muestra poblacional, se procedió estadísticamente (Murray, et al., 2009), con cálculos de muestra poblacional (1) de una población finita, a partir de los datos de la **Tabla 1**.

Tabla 1. Datos Estadísticos base de cálculo

$$tm = \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2 * (N-1) + Z^2 * p * q} \quad (1)$$

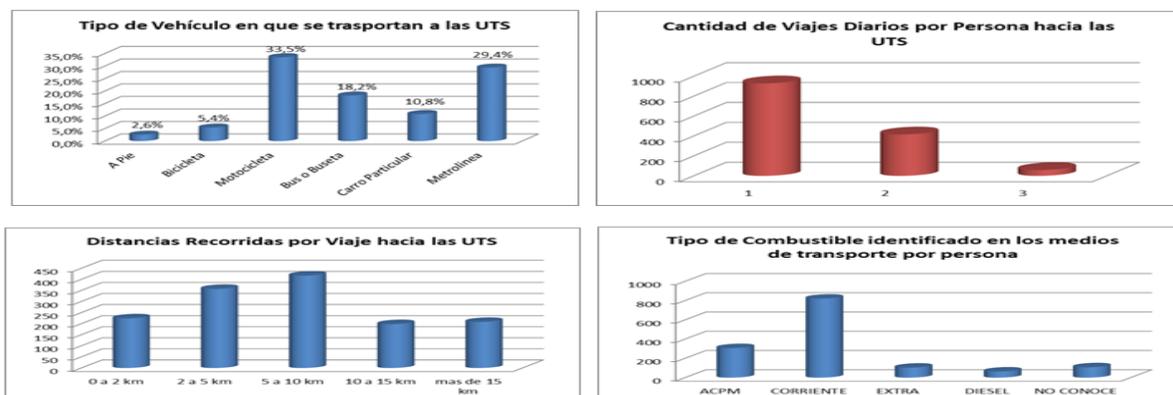
Población Global	16.150	q= Probabilidad a Favor	0,5
Nivel De Confianza	95%	Z = Valor Por Niveles De Confianza	1,96
q= Probabilidad en Contra	0,5	e = Margen De Error	2,5%
Tamaño De La Muestra = 1.404			

Fase II. Identificación de tendencias de movilidad. Por estadística descriptiva (Pinilla, 2009), se cuantificó los elementos asociados a la movilidad y se determinaron los aportes a gases de efecto invernadero, por modalidades de transporte, distancias de viaje y periodicidades. Teóricamente se estableció el nivel de emisión de gases por tipo de vehículo, a partir de los datos derivados en el estudio de la Asociación Colombiana de Vehículos Automotores (ANDEMOS, 2017).

Fase III. Estrategias para la reducción de GEI y optimización de la movilidad. Conjugando las experiencias documentadas, con los resultados obtenidos en aspecto de la movilidad y las cantidades de GEI generadas, se proponen estrategias de intervención que actúen sobre las comunidades y su carga contaminante en la zona de influencia de las UTS.

3. Resultados y Análisis

Gráfica 1. Resultados de tipos de Movilidad en la comunidad UTS



Fuente: Autores*.

3.1 Estilos de Movilidad

A la población objetivo, se les aplicó una encuesta de tipo descriptivo (Eisman, 2011), que permitiera tomar datos sobre sus condiciones de movilidad hacia y desde las UTS. La encuesta indaga conocimiento de los mecanismos de transporte urbano y su relación con la contaminación atmosférica, los gases efecto invernadero y el calentamiento global.

Tabla 2. Generación de Gases por Tipo de Vehículo en Toneladas por año

Emisiones De Gases Por Tipo De Vehículo 2017. Ton/Año				
	CO ₂	CO	HC	NO _x
Automóvil	3,8	0,28	0,032	0,01
Taxi	3,6	0,09	0,014	0,03
Camperos y Camionetas	8	0,73	0,078	0,04
Carga	42,21	0,098	0,038	0,54
Buses	43,4	0,94	0,052	0,48
Motos	1,1	0,17	0,015	0,005

Fuente: Autores*.

Los resultados mostrados en la **Gráfica 1**, permiten evidenciar el uso total de combustibles fósiles en la movilidad de la comunidad académica de las UTS, su frecuencia de viaje a las UTS y las distancias recorridas sobre la ciudad. Los cálculos se basaron en la consolidación vehicular 2017 presentada por ANDEMOS (ANDEMOS, 2017), con niveles de generación de gases de efecto invernadero.

*Adaptado a partir de <http://www.observatoriometroropolitano.com.co/indicadores.aspx?idIndicador=260&CatComponente=Sau>

PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE APORTES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, ASOCIADOS A LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE, UTILIZADOS POR LA COMUNIDAD ACADÉMICA DE LAS UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER, UTS, EN BUCARAMANGA, SANTANDER, COLOMBIA

Con los datos de la **Tabla 2** y para identificar un nivel de aporte de la movilidad de la comunidad UTS a la emanación de gases atmosféricos en la ciudad, se determinó el aporte teórico del parque automotor, desde el total de la ciudad y desde el valor determinado de viajes hacia las UTS.

3.2 Estimación de la generación de GEI.

Con la información encuestada, presentada en la **Gráfica 1**, en la sección cantidad de desplazamientos hacia las UTS, se determinó como parque automotor, la cantidad de viajes resultantes, dado que cada movilidad, representa un recorrido de un vehículo, que se duplica al considerarse de ida y vuelta, cada vez que un solo actor de la comunidad académica se desplaza en automotor, está induciendo la generación unitaria de gases efecto invernadero, bajo esta consideración se puede establecer cuál es el parque automotor UTS e inferir su contribución. En este orden de ideas, el parque automotor total UTS se cuantificó en 2.808.

Tabla 3. Generación de gases por tipo de vehículo, en el total del parque automotor de las UTS

Clase de Vehículo	Parque Automotor			Generación de Gases parque automotor UTS ton/año			
	Total Viajes UTS	Porcentaje UTS	Cantidad de Vehículo Tipo UTS	CO ₂	CO	HC	NO _x
Automóvil, Camperos Y Camionetas	2.808	10,80%	303,3	3.578,5	306,3	33,4	15,2
Buses y Metrolinea	2.808	47,60%	1.336,6	114.427,0	1.387,4	120,3	1.363,3
Motos	2.808	33,50%	940,7	1.035	160	14	5

Fuente: Autores*.

En la **Tabla 3** Para establecer la clase de vehículo con la cual asociar la generación de gases atmosféricos, a partir del dato de la **Gráfica 1**, en la sección tipo de vehículo en que se transporta la comunidad UTS, expresados porcentualmente, se aplicó sobre el total de parque automotor UTS determinado y con esto se pudo establecer el aporte teórico de gases efecto invernadero, según las condiciones de movilidad de los actores académicos de las UTS.

Con los datos obtenidos se identificó el nivel de aporte de la movilidad UTS, al total de gases generados por el parque automotor de la ciudad. Esta información se consigna en la **Tabla 4**. Estos muestran, la cantidad de GEI, de los que la institución puede hacerse responsable al ser generados por su comunidad académica.

PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE APORTES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, ASOCIADOS A LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE, UTILIZADOS POR LA COMUNIDAD ACADÉMICA DE LAS UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER, UTS, EN BUCARAMANGA, SANTANDER, COLOMBIA

Tabla 4. Porcentaje de generación de gases de la Movilidad UTS, a la generación en la ciudad

Clase de Vehículo y Gas		Automóvil, Camperos Y Camionetas	Buses y Metrolínea	Motos
Total generado de gases por tipo de Vehículo en la Ciudad. ton/año	CO ₂	1.178.977	581.100	432.122
	CO	98.165	5.543	66.782
	HC	10.782	588	5.893
	NO _x	4.625	7.059	1.964
Generación de Gases parque automotor UTS ton/año	CO ₂	3.578,50	114.427	1.035
	CO	306,3	1.387,40	160
	HC	33,4	120,3	14
	NO _x	15,2	1.363,30	5
Porcentaje de participación en la Ciudad de UTS	CO ₂	0,30%	19,69%	0,24%
	CO	0,31%	25,03%	0,24%
	HC	0,31%	20,46%	0,24%
	NO _x	0,33%	19,31%	0,25%

Fuente: Autores*.

3.3 Propuestas de gestión de movilidad por la generación de GEI.

La comunidad académica se desplaza desde todos los puntos de ciudad y de distancias hasta de 10 o más kilómetros, estos recorridos no se pueden modificar, sino que debe buscarse mecanismos que racionalicen sus momentos de generación de GEI, para esto, básicamente se proponen construir dos estrategias que paulatinamente, evidencien una regulación de estos gases en torno a las UTS.

Como primera estrategia, la promoción de métodos alternativos de transporte, que modifiquen las costumbres de la comunidad académica y que poco a poco, migren hacia sistemas o mecanismos de baja o cero generaciones de GEI. Este es el proceso más complicado, dado que debe incluir proceso de educación ambiental que logren actuar sobre la conciencia ciudadana y transformar las costumbres y comportamientos, no solo de la comunidad UTS, sino por repetición y ejemplo, de más ciudadanos que comprendan los beneficios a su calidad de vida, al utilizar mecanismos de movilidad menos generadores de GEI.

Establecer un plan de disminución de la utilización del vehículo, deberá repercutir en menos generación de GEI. Entendiendo que un estudiantes de las UTS, dura mínimo tres años en la institución para obtener su título profesional de Tecnólogo, la estrategia de educación ambiental para mejorar la movilidad, debe contemplar dos escenarios de tiempo en resultados, un primer escenario a un año para masificar la información y actuar en la cultura ambiental ciudadana de los actores UTS, permitirá que se proyecte a un periodo de dos años más, implementar la regulación voluntaria, por disminución o por viaje compartido, del vehículo privado y la motocicleta. Esta estrategia deberá implementarse semestralmente para trabajar con cada nueva

cohorte de estudiantes que ingresa a la institución semestralmente. Si se logra disminuir en 10%, este parque automotor, la generación de gases efecto invernadero disminuirá en aproximadamente en 500 ton/año de CO₂ y 46 ton/año de CO, que si bien no son solución si debe repercutir en la calidad de vida de la ciudad.

Como segunda estrategia, la regulación del tráfico automotor en el entorno cercano a las UTS, esto hace necesario establecer puntos de llegada del transporte tradicional, parqueaderos localizados para vehículos particulares y motocicletas y en general un perímetro en torno a las UTS, desde donde la comunidad académica se vea obligada a moverse en mecanismos no contaminantes.

Para lograr esta segunda estrategia se requiere de una articulación de la institución con el gobierno municipal, de forma tal que se establezcan dos alternativas de ciudad para el manejo del tráfico automotor. Uno, establecer paradas de los buses en un perímetro de 1 km radial a las UTS; dos establecer parqueaderos para vehículo particular y motocicletas, también en ese perímetro de no menos de 1 km, para desconcentrar los GEI y se obliga a la comunidad académica a prácticas saludables, al tener que recorrer ese último kilómetro a pie para acceder a la institución.

4. Referencias

Artículos de revistas

- Fernández, H. S., Mosquera, A. J., & Mosquera, J. C. (2010). Análisis de emisiones de CO₂ para diferentes combustibles en la población de taxis en Pereira y Dosquebradas. *Scientia et Technica, Universidad Tecnológica de Pereira*, Vol.2, Núm 45, pp.141-146.
- Londoño, C. A. (2006). Estimación de la emisión de gases de efecto invernadero en el municipio de Montería (Córdoba, Colombia). *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 5, Núm 9, pp. 85-96.
- Maturana, C. J., & Pintado, V. M. (2014). Validación metodológica del "Cheap Talk" y su aplicación en la valoración económica por la reducción de gases efecto invernadero en Perú. *Panorama Socioeconómico*, Vol. 31, Núm 46, pp.2-13
- Puliafito, E., & Castesana, P. (2010). Emisiones de carbono del sector transporte en Argentina. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 14, pp 07.01 - 07.08.
- Romero Placeres, M. D. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, vol. 44, Núm 2, pp.1-14.

Libros

- ANDEMOS, A. C. (2017). *Inventario de Emisiones de Vehículos Colombia*. Bogotá: ANDEMOS.
- Eisman, B. L. (2011). *Métodos de Investigación en Psicopedagogía*. España: Mac Graw Hill.

PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE APORTES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, ASOCIADOS A LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE, UTILIZADOS POR LA COMUNIDAD ACADÉMICA DE LAS UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER, UTS, EN BUCARAMANGA, SANTANDER, COLOMBIA

- Mendoza, S. J., & Trejo, T. A. (2015). Construcción de la línea base de emisiones de CO₂ del transporte de carga en México. Instituto Mexicano del Transporte, México, publicación 425.
- Rojas, M. M., & Vivanco, P. S. (2015). Emisión De Dioxido De Carbono De Vehículos Automotores En La Ciudad De Loja. Loja-Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
- Giraldo A, L. A., & Behrentz, E. (2010). Estimación del inventario de emisiones de fuentes móviles para la ciudad de Bogotá e identificación de variables pertinentes. Bogotá DC: UNIANDES.
- IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2016). Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Bogotá: IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- IDEAM-1, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2016). Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Bogotá: IDEAM-PNUD.
- MADS, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Diagnóstico Nacional de Salud Ambiental. Bogotá: MADS, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Monje, A. C. (2011). Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa. Neiva: Universidad SurColombiana.
- Monroy, J. C., Martínez, R. M., & Campos, V. L. (2010). Cálculo de la línea base de las emisiones de gases efecto invernadero y proyecciones a futuro para el Sector Transporte en el Estado de Veracruz, México. México: Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo del.
- Murray, L., & Spiguer, S. (2009). Estadística. México: Mac Graw Hill.
- Toro, G. M., Molina, V. E., Medina, V. J., & Roldán, V. J. (2018). Actualización Inventario de Emisiones Atmosféricas del Valle de Aburrá, Año 2016. Medellín: Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Fuentes electrónicas

- Correa, P. (03 de 11 de 2016). En 20 años Colombia aumentó en un 15% sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero. El Espectador. <https://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/20-anos-colombia-aumento-un-15-sus-emisiones-de-gases-d-articulo-663749>.
- Pinilla Morán, V. D. (2009). Análisis Estadístico de Datos muestrales. Cozumel: Facultad de Ingenierías. UNAM, <http://cozumel.fi-a.unam.mx/~pinilla/Apuntes/pye1.pdf>.

Sobre los Autores

- **Carlos Alberto Amaya Corredor:** Ingeniero Catastral y Geodesta, Especialista en Planeación para la Educación Ambiental, USTA; Master en Gestión y Auditorías Ambientales UPoliCataluña, España; Magister en Desarrollo sostenible y Medio Ambiente, UManizales. Profesor Asociado, en el Programa de Ingeniería Ambiental, Unidades Tecnológicas de Santander. camaya@correo.uts.edu.co
- **Angy Lizeth Abreo Díaz:** Ingeniero Ambiental, Unidades Tecnológicas de Santander.
- **Deisy Carolina Rey Lugo:** Ingeniero Ambiental, Unidades Tecnológicas de Santander.

PROPUESTA PARA LA REDUCCIÓN DE APORTES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, ASOCIADOS A LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE, UTILIZADOS POR LA COMUNIDAD ACADÉMICA DE LAS UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER, UTS, EN BUCARAMANGA, SANTANDER, COLOMBIA

- **Diana Carolina Ríos Sánchez:** Ingeniero Ambiental, Unidades Tecnológicas de Santander.

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

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)