

**Universidad San Francisco de Quito Faculty CO<sub>2</sub> emissions due to transportation during the Spring Semester 2014****Cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> perteneciente al rubro de transporte del personal docente y administrativo de la Universidad San Francisco de Quito durante el Segundo Semestre 2013-2014****Laura Rivadeneira<sup>1</sup>, Julieta Juncosa<sup>1</sup>, Karen Naciph<sup>1</sup> y María Cazorla<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Universidad San Francisco de Quito - Instituto de Investigaciones Atmosféricas - Colegio de Ciencias e Ingeniería.  
Diego de Robles S/N, Cumbayá.

\*Autor principal/Corresponding author, e-mail: cazorla.chem@gmail.com

Editado por/Edited by: Cesar Zambrano, Ph.D.

Recibido/Received: 28/02/2014. Aceptado/Accepted: 20/03/2014.

Publicado en línea/Published on Web: 13/06/2014. Impreso/Printed: 13/06/2014.

**Abstract**

This study presents an estimation of the CO<sub>2</sub> emission generation caused by transportation of faculty and administrative personnel during the Spring Semester 2014 at Universidad San Francisco de Quito. Data was obtained from an electronic survey applied to 491 people. The mass of CO<sub>2</sub> generated was obtained using two independent methods: the principle of conservation of mass applied to complete combustion of fossil fuels and an emission factors method. Results indicate an agreement better than 1 % between the two methods. Emissions due to faculty air travel were also taken into account. Results indicate that every faculty member at USFQ generates approximately 833.76 kg of CO<sub>2</sub> per semester. Air travel contributes with a 60 % of the total faculty emissions. This study is complementary to a previous calculation of CO<sub>2</sub> emissions generated by student transportation. Results show that students, professors and administrative personnel generate collectively 1904.6 Ton of CO<sub>2</sub> per semester.

**Keywords.** CO<sub>2</sub> emissions, transportation, USFQ.

**Resumen**

En este estudio se presenta una estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> causadas por el rubro de transporte del personal docente y administrativo de la Universidad San Francisco de Quito durante el Segundo Semestre 2013-2014. Los datos fueron obtenidos a través de una encuesta electrónica aplicada a 491 personas. La masa de CO<sub>2</sub> generada fue obtenida mediante dos métodos independientes: el principio de conservación de la materia aplicado a la combustión completa de combustibles fósiles y el método de factores de emisión. Los resultados indican una concordancia en un rango del 1 % entre los dos métodos. Los resultados indican que cada miembro docente de la USFQ genera 833.76 kg de CO<sub>2</sub> al semestre, siendo la contribución del transporte aéreo de un 60 %. Este estudio es complementario a un estudio previo en el que se presentaron las emisiones de CO<sub>2</sub> debidas al transporte estudiantil. Los resultados finales indican que, en conjunto, la población de la USFQ genera 1904.6 Ton de CO<sub>2</sub> al semestre.

**Palabras Clave.** Emisiones de CO<sub>2</sub>, transporte, USFQ.

En este estudio se presenta un cálculo de las emisiones máxicas de CO<sub>2</sub>, generadas por el rubro de transporte de la población docente y administrativa de la Universidad San Francisco de Quito, en el Segundo Semestre del año académico 2013-2014; es decir, entre los meses de Enero a Mayo. Los rubros considerados fueron: el transporte diario desde y hacia la Universidad y los viajes aéreos, realizados por la población mencionada, para cumplir con sus actividades de trabajo en la Universi-

dad. Este estudio se realizó siguiendo la misma metodología utilizada para el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el transporte de la población estudiantil de la USFQ durante el Primer Semestre 2013-2014; esto es entre los meses de Agosto y Diciembre [1].

Los datos utilizados en este cálculo provienen de una encuesta electrónica aplicada a toda la población docente de la Universidad a inicios de Enero de 2013. De esta manera, se obtuvo información sobre los medios

de transporte utilizados y se determinó el porcentaje de profesores que se desplazan desde y hacia la Universidad en automóvil, bus, motocicleta, bicicleta o a pie.

Asimismo, de la información de las encuestas, se extrajo datos sobre la marca, modelo y año de los vehículos de los profesores; esto es, automóviles y motocicletas. Con esta información se procedió a tabular la eficiencia del motor en MPG (millas por galón) de cada vehículo, según el fabricante reportado [2]. Adicionalmente, la encuesta aplicada arrojó datos sobre la distancia recorrida por los viajantes, el número de días a la semana que se desplazan a la Universidad y el número de personas que se transportan en el vehículo.

Sobre la base de estos datos, se calculó la masa de CO<sub>2</sub> generada por la población de profesores que conducen vehículos propios, mediante dos métodos: 1) un balance de materia y 2) el método de factores de emisión y la capacidad calorífica del combustible, tal como se describe en [1].

Brevemente, el primer método asume la combustión completa de la gasolina y el diesel lo que permite calcular la masa de CO<sub>2</sub> generada, aplicando el principio de conservación de la materia. Así, con la eficiencia del motor, la distancia recorrida y la densidad de la gasolina y el diesel, se determina la masa de combustible consumido. Inmediatamente, se aplica la estequiometría de las reacciones de combustión. Los detalles, consideraciones, limitaciones y simplificaciones asumidas en este cálculo, se pueden encontrar en [1].

El segundo método, utiliza el poder calorífico de la gasolina y el diesel y factores de emisión de CO<sub>2</sub> por unidad de energía del combustible, obtenidos en la literatura [3, 4]. Con estos factores y la masa del combustible consumido, se obtiene la masa de CO<sub>2</sub> generada. Los detalles de este cálculo, también están explicados en [1].

En este trabajo, el porcentaje de concordancia entre los dos métodos está en un rango del 1 %.

Respecto del rubro de generación de CO<sub>2</sub> por el transporte de las personas que se desplazan por bus, se tomó en cuenta la distancia recorrida para llegar a la Universidad y el número de días que asisten, según información de las encuestas. Al igual que en el estudio de las emisiones generadas por la población estudiantil [1], se tomó una eficiencia estándar para los motores de buses de 13.8 MPG [1]. Con esta eficiencia del motor se determinó la masa de diesel consumida por los viajantes que utilizan bus. Se procedió a realizar el cálculo por los dos métodos descritos. La concordancia también fue mejor que el 1 %.

La Tabla 1 muestra los resultados de generación de CO<sub>2</sub>, obtenidos mediante los dos métodos, correspondientes al transporte del personal docente y administrativo de la USFQ, desde sus hogares hasta la Universidad y de regreso. El 73.15 % de la población se moviliza en autos, el 19.14 % se moviliza en buses y el 7.73 % utiliza

Origen	Cantidad	Ton CO <sub>2</sub> /Semana	Ton CO <sub>2</sub> /Semestre
Autos	359	7.95	159.06
Buses	94	0.17	3.48
Otros	38	0.00	0
Total	491	8.12	162.54

**Tabla 1: Masa de CO<sub>2</sub> generada por la población docente y administrativa de la USFQ que se transporta desde sus hogares hacia la Universidad y de retorno.**

otras formas de movilización. Es importante mencionar que de un total de 491 encuestas se descartó un 25 % por presentar información contradictoria. Los cálculos se realizaron, entonces, con la información del 75 % de las encuestas válidas. Los resultados que se presentan en la Tabla 1, se encuentran extrapolados al número total del personal docente y administrativo que respondió a las encuestas.

Los resultados indican que el 98 % de la masa de CO<sub>2</sub> generada durante el semestre, proviene de la población que se moviliza conduciendo sus automóviles. En la Tabla 1, el ítem "Otros" se refiere al número de personas que se desplazan en bicicleta y a pie.

Adicionalmente, se hizo un cálculo para determinar la cantidad de CO<sub>2</sub> generada por el personal de la USFQ, por motivo de viajes aéreos, dentro y fuera del país, relacionados con actividades inherentes a su trabajo en la Universidad.

Primero, se realizó el balance de materia tomando como referencia de avión comercial, el Airbus A380, el cual viaja con una eficiencia promedio de 65 MPG [3]. El modelo utilizado para este cálculo es la combustión del octano, como modelo para la combustión del jet fuel [1]. A partir de datos proporcionados por la USFQ, sobre viajes de su personal, se obtuvo el número total de kilómetros recorridos. Con la eficiencia del motor, la densidad del combustible y el modelo estequiométrico descrito, se obtuvo la masa de CO<sub>2</sub> producida.

A fin de contrastar estos resultados, se aplicó un segundo método: la calculadora de emisiones de CO<sub>2</sub> del ICAO (International Civil Aviation Organization) [5], en forma similar al método aplicado en [1]. Se observó que los valores obtenidos por ambos métodos son muy cercanos: el porcentaje de concordancia es mejor que el 2 %. Los resultados de este cálculo indican que la generación de CO<sub>2</sub> por transporte aéreo es de 246.83 Ton/semestre.

La Tabla 2 resume los resultados obtenidos. La generación total de CO<sub>2</sub> por el rubro de transporte terrestre y

Producción de CO <sub>2</sub> Ton totales / Semestre	
Carros, buses	162.54
Avión	246.83
Total	409.38

**Tabla 2: Producción Total de CO<sub>2</sub> generada por el personal docente y administrativo por rubros de transporte terrestre y aéreo.**

aéreo del personal docente y administrativo de la USFQ es de 409.38 Ton/semestre, siendo la contribución del transporte aéreo el 60 % del total.

Se concluye, por lo tanto, que la huella generada por el rubro de transporte considerado, es de 833.76 kg de CO<sub>2</sub> por persona. Esta cantidad de emisiones es tres veces más alta que la cantidad generada por la población estudiantil de la Universidad, que es de aproximadamente 299 kg de CO<sub>2</sub> por estudiante, según los resultados de [1]. La explicación yace en el hecho de que el 73 % del profesorado se moviliza en vehículo propio y el volumen de viajes aéreos contribuye sustancialmente al total de la generación de emisiones.

Finalmente, los resultados de este estudio, complementarios a los resultados presentados en [1], indican que la generación de emisiones de CO<sub>2</sub> por el rubro transporte de profesores, estudiantes y personal administrativo de la Universidad San Francisco, es de 1904.6 Ton por semestre.

### Referencias

- [1] Naciph, K.; Rivadeneira, L.; Cazorla, M. 2013. "Cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> de la Universidad San Francisco de Quito pertenecientes al rubro de transporte estudiantil del Segundo Semestre 2012 - 2013". *Avances*, 5(2):C1 – C4.
- [2] U.S. Department of Energy. 2013. "Energy Efficiency and Renewable Energy". <http://www.fueleconomy.gov/feg/make.shtml>. Fecha de consulta: 20 Junio de 2013.
- [3] IPCC. 2006. "2006 IPCC guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme". Eggleston H. S., Buendía L., Miwa K., Ngara T., and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- [4] Parra, R. 2013. "Factor de emisión de CO<sub>2</sub> debido a la generación de electricidad en el Ecuador durante el periodo 2001-2011". *Avances*, 5(1):C39 – C42.
- [5] International Civil Aviation Organization. 2012. "Carbon Emissions Calculation. Version 5, June 2012". [http://www.icao.int/environmental-protection/CarbonOffset/Documents/Methodology%20I CAO%20Carbon%20Calculator\\_v5-2012.Revised.pdf](http://www.icao.int/environmental-protection/CarbonOffset/Documents/Methodology%20I CAO%20Carbon%20Calculator_v5-2012.Revised.pdf), Fecha de consulta: 1 Marzo 2014.