



HUELLA DEL CARBONO Y CONSUMO DEL COMBUSTIBLE DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO

THE CARBON FOOTPRINT RELATED TO THE FUEL CONSUMPTION OF THE TRANSPORTATION UNITS OF THE NATIONAL UNIVERSITY OF ALTIPLANO PUNO

German Roberto Quispe Zapana¹

¹Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Dirección General de Administración, Av. El Sol 300, Puno, Perú, germanroberto5@gmail.com

RESUMEN

El Objetivo del estudio fue estimar la huella del carbono y consumo del combustible de las unidades de transporte de la Universidad Nacional del Altiplano Puno (UNAP). La población de estudio estuvo conformada por 134 unidades móviles. Utilizando registros históricos de la unidad de transportes, se calculó la huella de carbono, al tiempo de estimar las emisiones de Gases Efecto Invernadero por el movimiento de las unidades móviles; los indicadores fueron contrastadas con el estadístico Coeficiente de Correlación de Pearson. Los resultados muestran que en el periodo de un año, las 11 unidades móviles destinadas para las actividades de la dirección, producen 10,579 Tn de huella de carbono, de los cuales 97,9 % de CO₂ se emite a la atmosfera; las 28 unidades que se encuentran destinadas para el servicio diario, generan 79,327 Tn de huella de carbono, de este total el 91,6 % de CO₂ se emite a la atmosfera y de las 95 unidades móviles utilizados por los docentes y administrativos que producen 92,657 Tn de huella de carbono, 79,3 % de CO₂ se emite a la atmósfera. Se concluye, el total de las unidades móviles que se utilizan en las actividades diarias en la UNAP, generan 182,56 Tn de huella de carbono y a la atmósfera se emite un alto porcentaje (77,2 %) de CO₂; por tanto, el alto porcentaje de huella de carbono presenta una correlación positiva ($r=0,879$) con el consumo de combustibles utilizados por la dirección, servicio diario, docentes y personal administrativo.

Palabras clave: Huella de carbono, contaminación, consumo de combustible, emisiones.

ABSTRACT

The objective of the study was to estimate the carbon footprint and fuel consumption of the transport units of the National University of the Altiplano Puno (UNAP). The study population was made up of 134 mobile units. Using historical records of the transport unit, the carbon footprint was calculated, while estimating the Greenhouse Gas emissions from the movement of mobile units; the indicators were contrasted with the Pearson Correlation Coefficient statistic. The results show that in the period of one year, the 11 mobile units destined for the activities of the management, produce 10,579 Tn of carbon footprint, of which 97.9 % of CO₂ is emitted into the atmosphere; The 28 units that are destined for daily service, generate 79,327 tons of carbon footprint, of this total 91.6 % of CO₂ is emitted into the atmosphere and of the 95 mobile units used by teachers and administrators that produce 92,657 Tn of carbon footprint, 79.3 % of CO₂ is emitted into the atmosphere. It is concluded that the total number of mobile units used in the daily activities in the UNAP, generate 182.56 Tn of carbon footprint and a high percentage (77.2 %) of CO₂ is emitted into the atmosphere; therefore, the high percentage of carbon footprint presents a positive correlation ($r = 0.879$) with the consumption of fuels used by the management, daily service, teachers and administrative staff.

Key words: Carbon footprint, pollution, fuel consumption, emissions.

*Autor para correspondencia: richarpuno@gmail.com



INTRODUCCIÓN

Al igual que las principales ciudades, Puno ciudad capital de la Región se incrementa de manera creciente el uso de diversas unidades móviles, y dentro de ellas, en la Universidad Nacional del Altiplano de Puno (UNAP) no es excepción. Dado que las diversas unidades de transporte de la ciudad y la UNA contribuyen a la generación de huella de carbono como indicador ambiental producido por los gases emitidos por cada unidad móvil. El proceso de operación de emisiones se acumula en el tiempo y en la atmósfera cuyo resultado es el efecto invernadero.

La UNAP, cuenta 134 unidades móviles para su funcionamiento como elemento asistencia a la vida académica y administrativa para cumplir su papel establecido en la Ley Universitaria; sin embargo, el uso de sus unidades móviles contribuye a la generación de huella de carbono indicado. De ellas se desconoce los posibles efectos, al igual que sus efectos al medio ambiente, que es la que él estudió abordó con el análisis de los registros históricos de las unidades de transportes.

En suma, el parque automotor de la Universidad Nacional del Altiplano se ha incrementado considerablemente en estos últimos años lo mismo que generan emisiones de gases de efecto invernadero que provienen de fuentes no controladas por la institución.

Teniendo en consideración que la Huella de Carbono, representa la cantidad gas de efecto invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera, son derivados de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios (Pandey *et al.* 2011) que generan las unidades de transporte de la

ciudad, al que las unidades la UNA contribuyen.

La cantidad gas de efecto invernadero constituye una de las herramientas para cuantificar las emisiones de dichos gases (Wiedmann 2009). Definidos en el protocolo de Kioto el año 1997, impide que toda la radiación solar que es devuelta por la tierra, provocando con ello que la temperatura bajo de la capa aumente (Espíndola & Valderrama 2012).

El proceso, es una preocupación internacional, dado que las consecuencias adversas del cambio climático han impulsado a las organizaciones e instituciones a profundizar su conocimiento respecto de los gases de efecto invernadero (Schneider & Samaniego 2010).

Fernández *et al.* (2018) estudiaron la estimación de las emisiones de CO₂ de los estudiantes de la UCB (Campus Tupuraya), por el uso de transporte, Cochabamba. Córdova *et al.* (2018). La Huella de Carbono en Unidades Desconcentradas de Terminales Terrestres. Velasquez (2018), Estimación de la huella de carbono de fuentes fijas industriales de la ciudad de Barranquilla. Universidad del Norte. Tesis Maestría. Colombia. Común & Saveedra (2017), “Estimación de la huella de carbono de la comunidad universitaria proveniente de fuentes móviles utilizados para desplazarse hacia la UNALM” Universidad nacional Agraria La Molina, Lima Perú. Ministerio de Agricultura (2017), López & Martínez (2017). Estudio comparativo de la huella de carbono de motores de encendido provocado alimentados con gasolina y bioetanol, Universidad Politécnico de Madrid. Mansur (2016), Estimación de la Huella de Carbono 2009-2013 de la

Universidad de Especialidades Espíritu Santo. Ecuador concluyó: que: La estimación de la Huella de Carbono de la UEES varía con el tiempo. Barreda y Polo (2014). Evaluación de la huella de carbono en una institución educativa de nivel superior. Estudio de caso. En este estudio se encontró que la Huella de carbono evaluada es equivalente a la emisión anual de 23.33 toneladas métricas de CO_2 . Torres *et al.* (2017), Huella de carbono y los conocimientos, de la Universidad Peruana Unión San Martín, Perú; concluyeron: El análisis de correlación mostró que existe una correlación negativa de -0.228, es una correlación débil, debido a que el índice de Person se encuentra por debajo de 0,5. Bambarén & Alatrística (2016), en la investigación la “Huella de carbono en cinco establecimientos de salud del tercer nivel de atención de Perú, 2013”.

De acuerdo con dos nuevos informes de la Organización Mundial de la Salud (OMS), más de una cuarta parte de las defunciones son consecuencia de la contaminación ambiental. (OPS/OMS Perú, 2019).

El Objetivo del estudio fue estimar la huella del carbono y consumo del combustible de las unidades de transporte de la Universidad Nacional del Altiplano Puno (UNAP), para las que analizó 134 unidades móviles sobre sus posibles efectos al medio ambiente.

MÉTODOS

Ámbito o lugar de estudio

El estudio se desarrolló en el campus universitario de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Perú, ubicado a 3,818 m.s.n.m, compuestos por sus diferentes unidades móviles con los que

cuenta su parque automotor, dentro de ellos las unidades móviles de sus autoridades, servicio de estudiantes, docentes y administrativos en un total de 134 unidades móviles, las mismas que se desplazan en forma diaria dentro de la ciudad de Puno, estas consumen combustibles para su movimiento los mismos que generan CO_2 que se emiten en el tiempo a la atmósfera.

Descripción de Métodos

La investigación es netamente de tipo cuantitativa para ello se ha utilizado en la investigación el muestreo aleatorio y la aplicación de la Correlación rectilínea de Pearson según los resultados haciendo uso del paquete Estadístico SPSS (Versión 22.0), las mismas que fueron tabulados a partir de los resultados reportados por la Unidad de Transportes y Servicentro en la venta de Combustible

Para el estudio se aplicó la selección directa de la población, es decir, que las unidades móviles en estudio fueron el total de los elementos de la población, 134 unidades móviles.

Descripción detallada por objetivos específicos

Para el trabajo de investigación se ha desarrollado las siguientes variables:

a. Variables a ser analizadas

Variable Independiente: Consumo de combustible
Variable Dependiente: Huella de carbono

b. Prueba(s) estadística(s) que se utilizará(n) para probar la hipótesis.

Correlación rectilínea de Pearson

La relación de las variables toma valores

comprendidos entre -1 y +1 pasando por 0

El $r = -1$ Comprende a una correlación negativa perfecta. El $r = +1$ Comprende a una correlación

positiva perfecta. El $r = 0$, No existe ninguna correlación entre variable.

Fórmula:

$$r = \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N(\sum X^2) - (\sum X)^2][N(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]}}$$

Según los resultados haciendo uso del paquete Estadístico SPSS (Versión 22.0)

Los materiales y equipos a ser utilizados en el trabajo de investigación, fueron la información obtenida sobre el consumo de combustible por las unidades móviles de los docentes de la Universidad Nacional del Altiplano.

Datos sobre adquisición de combustible, emisiones y remociones de gases por las unidades móviles de administración para obtener la huella de carbono, este cálculo se realizó aplicando el siguiente método:

Cálculo de las emisiones

La metodología de cálculo de emisiones se basa en el uso de factores de emisión y datos de actividad

Siendo: Dato de Actividad: Medida cuantitativa de la actividad que produce una emisión, como el combustible consumido.

Factor de Emisión: Ratio que relaciona el dato de actividad con la emisión de GEI. Expresado en toneladas de GEI /ud. (dependiendo la unidad de las unidades del dato de actividad) (Manual 2017).

Emisiones de GELs (t GEI) = Dato de actividad x Factor de emisión

Tabla 1. Huella de carbono por Kg.CO₂ y Tn. De Co₂ según el uso de unidades móviles en la Universidad Nacional del Altiplano Puno, periodo 2019

Unidades móviles	Número	Tipo de combustible	Galones	Kilómetros Recorridos	Huella de Carbono		
					Kg.CO ₂	Tn. De CO ₂	Porcentaje
Unidades Móviles de dirección	11	Gasolina de 90 y 84 octanos	2,873	31,603	10,579.40	10,579	5,79%
Unidades móviles de Servicio Diario	28	Petróleo DB5	10,243	112,673	79,326.93	79,327	43,45%
Unidades móviles de docentes y administrativos	95	Gasolina de 84 octanos	32,735	360,085	92,657.29	92,657	50,75%
TOTAL	134		45,851	504,361	182,563.62	182,56	100,00%

Fuente: Unidad de transporte de la UNA. Puno, año 2019.

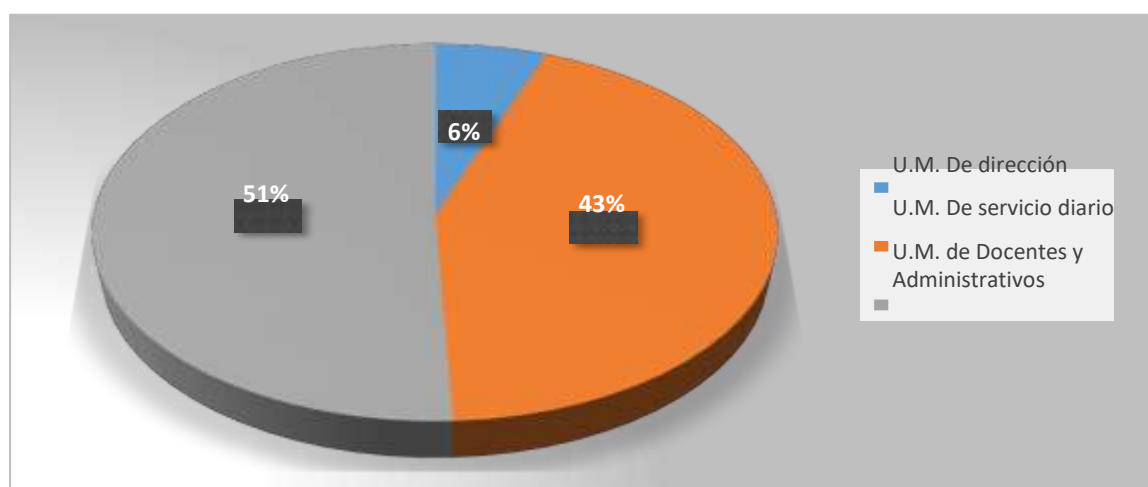


Figura 1. Porcentaje de huella de carbono por Kg.CO₂ y Tn. De Co₂ según el uso de unidades móviles en la Universidad Nacional del Altiplano Puno, periodo 2019

En la tabla 1 y figura N^a 1, se puede observar los resultados para establecer el nivel de huella de carbono por Kg. CO₂ y Tn. De CO₂ emitida por todas las unidades móviles de la Universidad, donde se evalúa a un total de 134 unidades móviles, estos han consumido al año 45,851.0 galones de; petróleo, gasolina de 84 y

90 octanos para el año 2019, mientras que, el total de km. recorridos por todas las unidades en el año 2019 es de 504,361.00 km., los mismos que generan una contaminación de 182,563.62 Kg. de CO₂ en la atmosfera, convertidos a toneladas vemos que producen un total de 182.56 tn. Para el año 2019 lo cual es



significativo en la contaminación del medio ambiente, producidos por las unidades móviles en la Universidad Nacional del Altiplano.

Los resultados muestran el cálculo de la huella de carbono realizado en base a la sumatoria de la distancia recorridas por tipo de vehículo y unidad definida, producto del traslado de las autoridades universitarias, docentes y administrativos, así como el servicio diario a estudiantes. Según la distribución de emisiones GEI, el 50,75 % de las emisiones (92.657 Tn. De CO₂) están representadas por las 95 unidades móviles (gasolina de 84 octanos) utilizados por los docentes y personal

administrativo, quienes muestran mayor número de kilómetros recorridos, sin duda estas unidades móviles influyen en la mayor emisión de CO₂; siendo menor la emisión del CO₂ a menor número de unidades móviles.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados del objetivo específico N° 1

Cuantificar el porcentaje de emisiones y remociones de gases relacionados del consumo de combustibles por las unidades móviles de la dirección de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

Tabla 2: Emisiones de gases por las unidades móviles de la dirección de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, periodo 2019

CARACTERÍSTICAS	Cantidad
Nro de unidades móviles	11
Total de galones de gasolina de 90 y 84 octanos consumidos	2,873
Total de litros de gasolina de 90 y 84 octanos consumidos	10,875.5
Nro de km. Recorridos de todas las unidades	31,603.0
Huella de carbono - KgCO ₂	10,579.4
Toneladas de CO ₂	10,579

Fuente: Unidad de transporte de la UNA. Puno, año 2019.

En la tabla N° 2, están los resultados para establecer la huella de carbono por las unidades móviles de la dirección de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, los cuales tienen un consumo anual de 2,873 galones de gasolina de 90 y 84 octanos para el año 2019, mientras que el número de litros de gasolina de

90 y 84 octanos consumidos es de 10,875.5, luego vemos que el total de km. recorridos es de 31,603.0, los mismos que generan una contaminación de 10,579.4 Kg. de CO₂ en la atmosfera, convertidos a toneladas vemos que producen un total de 10.579 tn., para el año 2019, siendo este resultado significativo para el



número de unidades móviles evaluadas.

El análisis de huella de carbono, abarca todas las etapas del desarrollo de la actividad y da como resultado un dato que puede ser utilizado como indicador ambiental global de la actividad y como punto de referencia básico (Observatorio de la sostenibilidad en España 2013).

Grado de relación entre las emisiones de gases y el consumo de combustible de las unidades móviles de la dirección de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, periodo 2019

Hipótesis nula; Ho: $r = 0$: No existe relación entre las emisiones de gases y el consumo de combustible por las unidades móviles de la dirección de la Universidad Nacional del

Altiplano Puno, periodo 2019.

Hipótesis Alterna; Ha: $r \neq 0$: Existe relación significativa entre las emisiones de gases y el consumo de combustible por las unidades móviles de la dirección de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, periodo 2019.

Prueba de hipótesis a usar:

Correlación rectilínea de Pearson

La relación de las variables esta toma valores comprendidos entre -1 y $+1$ pasando por 0

El $r = -1$ Comprende a una correlación negativa perfecta. El $r = +1$ Comprende a una correlación positiva perfecta.

El $r = 0$, No existe ninguna correlación entre variable. Fórmula:

$$r = \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N(\sum X^2) - (\sum X)^2][N(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]}}$$

Según los resultados haciendo uso del paquete Estadístico SPSS (Versión 22.0) obtenemos el

siguiente resultado.

Tabla 3. Relación entre las emisiones de gases y el consumo de combustible por las unidades móviles de la dirección de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, periodo 2019

Correlaciones			
		Galones	
		consumidos	Kg. CO2
Galones consumidos	Correlación de Pearson	1	0,989**
	Sig. (bilateral)		0,000
	N	11	11

Kg. CO ₂	Correlación de Pearson	0,989**	1
	Sig. (bilateral)	0,000	
	N	11	11

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

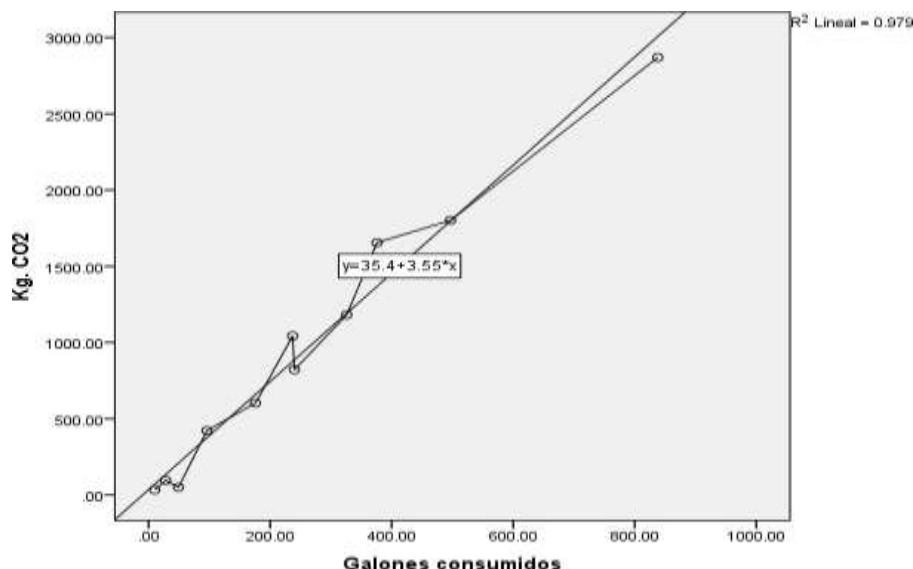


Figura 2. Relación entre las emisiones de gases y el consumo de combustible por las unidades móviles de la dirección de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, periodo 2019

Coefficiente de Correlación = $R^2 r^2 = 0,979 = 97,9 \%$

En la tabla 3 y figura 2 se muestran los resultados entre las emisiones de gases y el consumo de combustible por las unidades móviles de la dirección, donde se evidencia que el valor del coeficiente de correlación de Pearson es igual a + 0,989** el cual nos indica que existe una correlación POSITIVA muy elevada entre las emisiones de gases y el consumo de combustible, a un nivel de significancia de 0.05 o 5 % de error. Mientras que el coeficiente de

determinación, obtenido es de $R^2 = 0,979 = 97,9 \%$; este estadígrafo indica que los niveles de consumo de combustible explican en un 97,9 % el nivel de emisiones de gases CO₂ en el medio ambiente.

Resultados del objetivo específico N° 2

Medir el porcentaje de emisiones y remociones de gases relacionado del consumo de combustibles por las unidades móviles de servicio diario en la Universidad Nacional del Altiplano Puno.



Tabla 4. Emisiones de gases por las unidades móviles de servicio diario en la Universidad Nacional del Altiplano Puno, periodo 2019

CARACTERISTICAS	Cantidad
Nro de unidades móviles	28
Total de galones de petróleo consumidos	10,243
Total de litros de petróleo consumidos	38,773.9
Nro de km. Recorridos de todas las unidades	112,673.0

Fuente: Unidad de transporte de la UNA. Puno, año 2019.

En la tabla N° 4, dan los resultados para establecer la huella de carbono emitida por 28 unidades móviles de servicio diario, se evalúa la contaminación, estos tienen un consumo anual de 10,243 galones de petróleo, litros de petróleo consumidos es de 38,773.9, total de km. Recorridos en el año 2019 es de 112,673.0, contaminan 79,326.93 Kg. De CO₂ a la atmosfera, un total de 79,327 tn. Para el año 2019 es significativo para el número de unidades móviles evaluadas.

Las 28 unidades móviles han generado 79,327tn de CO₂ a la atmosfera. Estos gases de efecto invernadero están en forma natural en la atmósfera para regular la temperatura de la tierra, el aumento de los mismos provoca nocivas consecuencias porque la emisión de CO₂, supone un 80 % de las emisiones totales y una de las fuentes es la emisión es la quema de combustibles fósiles como el petróleo y la gasolina. La utilización de los vehículos, siempre contaminará la atmósfera. La casaña citado por (Mosquera *et al.* 2010). La

Organización Mundial de la Salud (OMS) comparó la calidad del aire de casi 3 mil ciudades en 103 países. El estudio Global Urban Ambient Air Pollution Database asegura que 80 por ciento de las personas que viven en una zona urbana respiran aire demasiado contaminado (Organización Mundial de la Salud 2016).

Grado de relación entre las emisiones de gases y el consumo de combustible por las unidades móviles de servicio diario en la Universidad Nacional del Altiplano Puno, periodo 2019.

Planteamiento de las Hipótesis.

Hipótesis nula; Ho: $r = 0$: No existe relación entre las emisiones de gases y el consumo de combustible por las unidades móviles de servicio diario de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, periodo 2019.

Hipótesis Alterna; Ha: $r \neq 0$: Existe relación significativa entre las emisiones de gases y el consumo de combustible por las unidades móviles de servicio diario de la Universidad



Nacional del Altiplano Puno, periodo 2019.

Prueba de hipótesis a usar:

Correlación rectilínea de Pearson

La relación de las variables esta toma valores comprendidos entre -1 y +1 pasando por 0

El $r = -1$ Comprende a una correlación negativa perfecta. El $r = +1$ Comprende a una correlación positiva perfecta. El $r = 0$, No existe ninguna correlación entre variable.

Fórmula:

$$r = \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N(\sum X^2) - (\sum X)^2][N(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]}}$$

Según los resultados haciendo uso del paquete Estadístico SPSS (Versión 22.0) obtenemos el

siguiente resultado.

Tabla 5. Relación entre las emisiones de gases y el consumo de combustible por las unidades móviles de servicio diario de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, periodo 2019

Correlaciones			
		Galones de petróleo	
		Consumidos	Kg. CO2
Galones de petróleo consumidos	Correlación de Pearson	1	0,957**
	Sig. (bilateral)		0,000
	N	28	28
Kg. CO2	Correlación de Pearson	0,957**	1
	Sig. (bilateral)	0,000	
	N	28	28

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

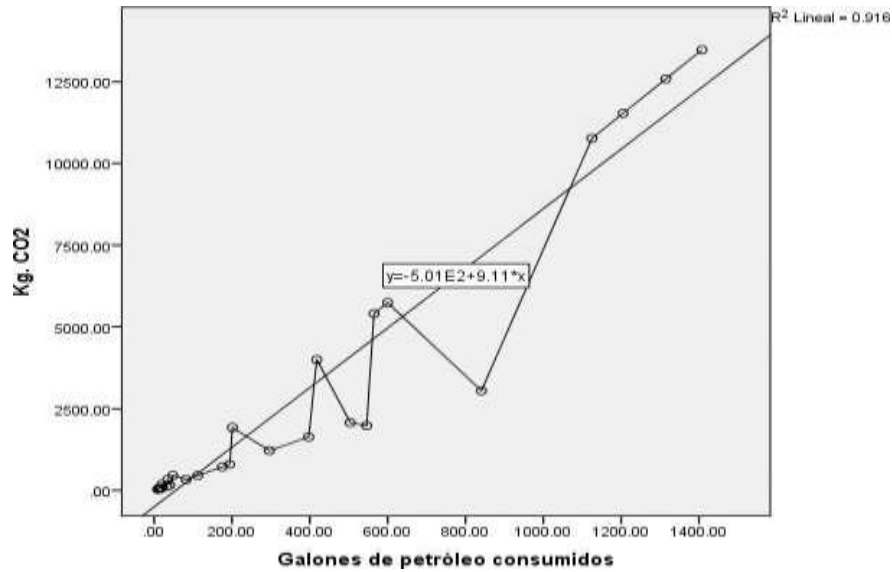


Figura 3. Relación entre las emisiones de gases y el consumo de combustible por las unidades móviles de servicio diario de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, periodo 2019

Coefficiente de Correlación = $R^2 r^2 = 0,916 = 91,6 \%$ Significancia estadística:

$$t_c = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \sim \frac{t_{\alpha/2, n-2}}{2}$$

$$t_c = \frac{0.916\sqrt{134-2}}{\sqrt{1-0.916^2}} = t_{0.05, 133} = 26.2328$$

En la tabla 4 se indican un valor del coeficiente de correlación de Pearson igual a + 0,957** nos indica que existe una correlación POSITIVA altamente significativa, estadísticamente 26,23 a un nivel de 5% entre las emisiones de gases y el consumo de combustible o petróleo por las unidades móviles de servicio diario de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, periodo 2019, a un nivel de significancia de 0,05 o 5 % de error. Mientras que el coeficiente de determinación, obtenido es de $R^2 r^2 = 0,916 =$

91,6 %; este estadígrafo indica que los niveles de consumo de combustible o petróleo explican en un 91,6 % el nivel de emisiones de gases o CO₂ en la atmosfera.

Resultados del objetivo específico 3

Determinar el porcentaje de emisiones y remociones de gases relacionados del consumo de combustibles por las unidades móviles de docentes y los administrativos de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

Tabla 6. Emisiones de gases emitidos por las unidades móviles de docentes y administrativos en la Universidad Nacional del Altiplano Puno, periodo 2019

CARACTERISTICAS	Cantidad
Nro de unidades móviles	95
Total de galones de gasolina de 84 octanos consumidos	32,735.0
Total de litros de gasolina de 84 octanos consumidos	123,915.07
Nro de km. Recorridos de todas las unidades	360,085.0
Huella de carbono - KgCO ₂	92,657.29
Toneladas de CO ₂	92,657

Fuente: Unidad de transporte de la UNA. Puno, año 2019.

En la tabla N° 5, presentan resultados para establecer la huella de carbono emitida por las unidades móviles de los docentes y administrativos de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, se evalúa la contaminación emitida por un total de 95 unidades móviles, los cuales tienen un consumo anual de 32,735.0 galones de gasolina de 84 octanos para el año 2019, mientras que el número de litros de gasolina de 84 octanos consumidos es de 123,915.07 por los 95 auto móviles, luego vemos que el total de km. Recorridos por todas las unidades en el año 2019 es de 360,085.0 km., los mismos que generan una contaminación de 92,657.29 Kg. De CO₂ y 92,657 tn. a la atmosfera.

La emisión de 92,657 tn a la atmosfera siendo este muy significado en la contaminación del

medio ambiente. López & Martínez (2017), ha señalado que la cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y de contaminantes atmosféricos del transporte es la base principal para evaluar el impacto de los combustibles en el medio ambiente.

Además, el alto porcentaje de emisión de CO₂ al ambiente, puede deberse al consumo excesivo de combustible y a la falta de mantenimiento correctivo y preventivo de los vehículos institucionales, para mejorar una adecuada gestión del consumo y ahorro del combustible. La Organización de las Naciones Unidas ha mencionado que la necesidad de reducir las emisiones no excluye el uso de combustibles fósiles, pero precisa un cambio significativo de dirección en su uso para limitar las emisiones al ambiente (Foster & Elzinga 2019).



Grado de relación entre las emisiones de gases y el consumo de combustible por las unidades móviles de los docentes y administrativos en la Universidad Nacional del Altiplano Puno, periodo 2019

Planteamiento de las Hipótesis.

Hipótesis nula; Ho: $r = 0$: No existe relación entre las emisiones de gases y el consumo de combustible por las unidades móviles de los docentes y administrativos de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, periodo 2019.

Hipótesis Alterna; Ha: $r \neq 0$: Existe relación significativa entre las emisiones de gases y el consumo de combustible por las unidades

móviles de los docentes y administrativos de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, periodo 2019.

Prueba de hipótesis a usar:

Correlación rectilínea de Pearson

La relación de las variables toma valores comprendidos entre -1 y $+1$ pasando por 0

El $r = -1$ Comprende a una correlación negativa perfecta. El $r = +1$ Comprende a una correlación positiva perfecta. El $r = 0$, No existe ninguna correlación entre variable.

Fórmula:

$$r = \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N(\sum X^2) - (\sum X)^2][N(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]}}$$

Según los resultados haciendo uso del paquete Estadístico SPSS (Versión 22.0) obtenemos el siguiente resultado.

Tabla 7. Relación entre las emisiones de gases y el consumo de combustible por las unidades móviles de los docentes y administrativos de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, periodo 2019

Correlaciones			
		Galones de gasolina de	
		84 octanos consumidos	Kg. CO2
Galones de gasolina de 84 octanos consumidos	Correlación de Pearson	1	0,891**
	Sig. (bilateral)		0,000
	N	95	95
Kg. CO2	Correlación de Pearson	0,891**	1
	Sig. (bilateral)	0,000	

N

95

95

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

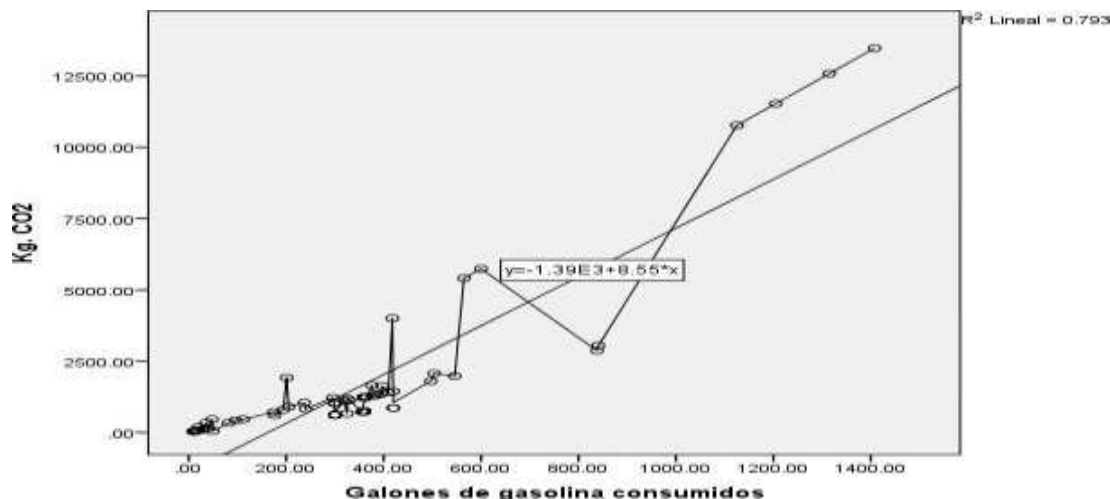


Figura 4. Relación entre las emisiones de gases y el consumo de combustible por las unidades móviles de los docentes y administrativos de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, periodo 2019

Coefficiente de Correlación = $R^2r^2 = 0,793 = 79,3 \%$ Significancia estadística:

$$t_c = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \sim \frac{u_{\alpha/2, n-1}}{2}$$

$$t_c = \frac{0.891\sqrt{134-2}}{\sqrt{1-0.891^2}} = t_{0.05, 133} = 22.5479$$

Los resultados según el SPSS muestran un valor del coeficiente de correlación de Pearson igual a + 0,891** da una correlación POSITIVA significativa estadísticamente 22,54 a un nivel de 5 %, entre las emisiones de gases y el consumo de combustible de 84 octanos por las unidades móviles de los docentes y administrativos de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, periodo 2019, a un nivel de significancia de 0,05 o 5 % de error. Mientras que el coeficiente de determinación, obtenido es de $R^2r^2 = 0,793 = 79,3 \%$; este estadígrafo indica

que los niveles de consumo de gasolina de 84 octanos explican en un 79,3 % el nivel de emisiones de gases o CO₂ en la atmosfera.

Con los resultados se confirma la hipótesis planteada, de ello se muestra que el consumo de gasolina de 84 octanos por los docentes y administrativos emiten una alta proporción de CO₂ (79,3 %) a la atmosfera, como lo muestra el coeficiente de determinación (R^2) representada en la figura 3.

Los resultados presentan diferencia con el



estudio de Hinostroza (2019), al determinar la huella de carbono del traslado de estudiantes, profesores y trabajadores de la Universidad Ricardo Palma para el ciclo 2017 – II fue de 332,42 toneladas de CO₂ mayor a las 182,56 toneladas emitidas por efecto de invernadero en la Unidad de Transporte de la Universidad.

La emisión de CO₂ obtenido en nuestro estudio fue de 182.56 toneladas de CO₂, este valor comparado con el factor de emisión por Común & Saveedra (2017) de unidades móviles por el desplazamiento de la comunidad universitaria hacia el campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina en Lima resultó un total de 1.490,12 tCO₂e durante los dos semestres académicos, diferencia que se atribuyó a que el Factor de Emisión está influenciado por la operación de los autobuses con distintas características del combustible utilizados para las unidades móviles. En cambio, en la Universidad de Antofagasta, la emisión de gases generados fue de 72.575,1 [kg CO₂ /m³], lo que equivale a 72,5 toneladas de CO₂

equivalente emitidas por los vehículos de la Universidad (Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental 2016)

CONCLUSIONES

Las 134 unidades móviles de directivos, servicio diario de estudiantes, docentes y administrativos que consumen combustible para realizar diferentes actividades generan una contaminación de 182,563.62 Kg. De CO₂ que convertidos a toneladas durante el año 2019 se produjo un total de 182,56 tn; determinado que existe una correlación POSITIVA altamente significativa entre las emisiones de gases de la totalidad de unidades móviles (de directivos, servicio diario y de docentes y administrativos) y los niveles de consumo de gasolina de 84 y 90 octanos, con un nivel de emisión de 77,2 % de CO₂ en la atmosfera.

CONFLICTO DE INTERÉS

El autor de iniciales GRQZ, no tiene conflicto de interés de ninguna índole.

REFERENCIAS

- Bambarén Alatrística, C., & Alatrística Gutiérrez, M. del S. 2016. Huella de carbono en Cinco establecimientos de salud del tercer nivel de atención de Perú, 2013.
Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica, 33(2),
<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2016.332.2141>
- Barreda M., & Polo, J. 2014. Evaluación de la huella de carbono en una Institución educativa de nivel superior, estudio de caso
http://www.ucsp.edu.pe/images/direccion_de_investigacion/PDF/Evaluacion_de_la_huella_de_carbono_-_revista.pdf
- Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental. 2016. Huella de Carbono Campus Coloso
<http://intranetua.uantof.cl/crea/HuelladeCarbono CC.pdf>



- Común, ke, & Saveedra, A. 2017. Estimación de la huella de carbono de la comunidad universitaria proveniente de la fuente móviles utilizados para desplazarse hacia la UNALM. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3048/T01-C657-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Córdova, M., Carrasco, M., Padilla, P., & Gárces, E. 2018. Estudio de la Huella de Carbono en Unidades Desconcentradas de Terminales Terrestres. Revista Politécnica, 41(1), 39-44. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1390-01292018000200039&lng=es&nrm=iso
- Espíndola, C., & Valderrama, J. O. 2012. Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas Carbon Footprint. Part 1: Concepts, Estimation Methods and Methodological Complexities. 23(1), 163-176. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642012000100017>
- Fernández Vázquez, T. D. I. M., & Lazzo, N. A. 2018. Estimación de las emisiones de CO₂ de los estudiantes de la UCB (Campus Tupuraya), por el uso de transporte y propuestas de mitigación. Acta Nova, 8(3), 433-450. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892018000100010
- Foster S., & Elzinga, D. 2019. El papel de los combustibles fósiles en un sistema energético sostenible. United Nations. <https://www.un.org/es/chronicle/article/el-papel-de-los-combustibles-fosiles-en-un-sistema-energetico-sostenible>
- López M. J., & Martínez, P. 2017. Estudio comparativo de la huella de carbono de motores de encendido provocado con gasolina y Biotanol. http://oa.upm.es/45573/1/TFG_PATRICIA_ISLA_MARTINEZ.pdf
- Mansur M. 2016. Estimación de la Huella de Carbono 2009-2013 de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo. <http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/2120/1/PaperTitulación>
- Observatorio de la sostenibilidad en España. 2013. Manual de cálculo y reducción de huella de carbono para actividades de transporte por carretera. http://www.comunidadism.es/wp-content/uploads/downloads/2013/06/manual_huella-carbono_transporte.pdf
- OPS/OMS Perú 2019. Las consecuencias de la contaminación ambiental: 1,7 millones de defunciones infantiles anuales, según la OMS. Organización Panamericana de la Salud. https://www.paho.org/per/index.php?option=com_content&view=article&id=3692
- Organización Mundial de la Salud 2016. La OMS publica estimaciones nacionales sobre la exposición a la contaminación del aire y sus repercusiones para la salud. Comunicado de prensa. <https://www.who.int/es/news/item/27-09-2016-who-releases-country-estimates-on-air-pollution-exposure-and-health-impact>



- Pandey D., Agrawal, M., & Pandey, J. S. 2011. Carbón footprint: current methods of estimation. *Environmental Monitoring and Assessment*, 178(1-4), 135-160. <https://doi.org/10.1007/s10661-010-1678-y>
- Schneider H., & Samaniego, J. 2010. La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3753/S2009834_es.pdf?sequence=1
- Torres L., Carbp, N., & López, J. 2017. Huella de carbono y los conocimientos, actitudes y prácticas de los estudiantes y personal del nivel secundario sobre emisiones de gases de efecto invernadero. *Apuntes Universitarios. Revista de Investigación*, 7(2). <https://www.redalyc.org/pdf/4676/467652767007.pdf>
- Velasquez M. 2018. Estimación de la huella de carbono de fuentes fijas industriales de la ciudad de Barranquilla. *Universidad del Norte*. <http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/8238/133561.pdf?sequence>
- Wiedmann T. 2009. Editorial: huella de carbono y análisis de entrada-salida – una introducción. *Economic Systems Research*, 21(3), 175-186. <https://doi.org/10.1080/09535310903541256>