



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i5.2235>

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de investigación

Huella de carbono de la Universidad Técnica de Machala período 2018-2020

Machala Technical University Carbon Footprint Period 2018-2020

Pegada de carbono da Universidade Técnica de Machala, período 2018-2020

Juan Pedro Ferrer-Gutiérrez^I
jferrer@utmachala.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-0193-9197>

Thalía Gabriela Vera-Infante^{II}
tgverai_est@utmachala.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-7076-2639>

Susana Elizabeth Blacio-Toro^{III}
sblacio@utmachala.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-0619-9578>

Katty Alexandra Gadvay-Yambay^{IV}
kgadvay@utmachala.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8631-0004>

Gary Hitler Muñoz-Bravo^V
gmuñoz@utmachala.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5860-8244>

Correspondencia: jferrer@utmachala.edu.ec

***Recibido:** 23 de julio 2021 ***Aceptado:** 30 de agosto de 2021 * **Publicado:** 09 de septiembre de 2021

- I. Magíster en Ingeniería Química, Ingeniero Químico, Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.
- II. Ingeniera Química, Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.
- III. Magíster en Química Aplicada, Doctor en Química Industrial, Químico Industrial, Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.
- IV. Magíster en Ingeniería Industrial y Productividad, Ingeniero Químico, Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.
- V. Magíster en Seguridad Higiene Industrial y Salud Ocupacional, Ingeniero Químico, Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo principal contribuir al desempeño sustentable de la Universidad Técnica de Machala a través de la determinación de su huella de carbono como indicador de impacto ambiental y cambio climático. La huella de carbono fue determinada para los años 2018, 2019 y 2020 utilizando las directrices del estándar ISO 14064-1:2006 y del GHG Protocol (Guide to Designing GHG Accounting Reporting Programs). La huella de carbono total estimada en los años 2018, 2019 y 2020 fue de 16803 ton CO₂/año, 15400 ton CO₂/año y 15203 ton CO₂/año respectivamente, siendo el Alcance 3 el de mayor aporte con un 94% del total. Se encontró 1,66 ton CO₂/estudiante para el año 2018, 1,57 ton CO₂/ estudiante para el año 2019 y 1,29 ton CO₂/ estudiante en el año 2020. Se concluye que las emisiones están por debajo del promedio nacional tanto para universidades como para habitantes del país.

Palabras claves: Cambio climático; huella de carbono; universidad.

Abstract

The main objective of this research was to contribute to the sustainable performance of the Machala Technical University through the determination of its carbon footprint as an indicator of environmental impact and climate change. The carbon footprint was determined for the years 2018, 2019 and 2020 using the guidelines of the ISO 14064-1: 2006 standard and the GHG Protocol (Guide to Designing GHG Accounting Reporting Programs). Specific calculations were carried out for each emission source, of which they were associated with international protocols. The estimated total carbon footprint in the years 2018, 2019 and 2020 was 16,803 tons CO₂ / year, 15,400 tons CO₂ / year and 15,203 tons CO₂ / year respectively, with scope 3 being the one with the highest contribution with 94%. It was found 1.66 ton CO₂ / student for the year 2018, 1.57 Ton CO₂ / student for the year 2019 and 1.29 ton CO₂ / student in the year 2020. It is concluded that the emissions are below the national average both for universities and residents of the country.

Keywords: Climate change; carbon footprint; university.

Resumo

O objetivo principal desta pesquisa foi contribuir para o desempenho sustentável da Universidade Técnica de Machala através da determinação da sua pegada de carbono como indicador de impacto ambiental e mudanças climáticas. A pegada de carbono foi determinada para os anos de 2018, 2019 e 2020 usando as diretrizes da norma ISO 14064-1: 2006 e do GHG Protocol (Guide to Designing GHG Accounting Reporting Programs). A pegada de carbono total estimada em 2018, 2019 e 2020 foi de 16.803 toneladas de CO₂ / ano, 15400 toneladas de CO₂ / ano e 15.203 toneladas de CO₂ / ano, respectivamente, sendo o Escopo 3 o de maior contribuição com 94% do total. Foram encontrados 1,66 t CO₂ / aluno para o ano de 2018, 1,57 t CO₂ / aluno para o ano de 2019 e 1,29 t CO₂ / aluno para o ano de 2020. Conclui-se que as emissões estão abaixo da média nacional tanto para universidades quanto para residentes de o país.

Palavras-chave: Mudança climática; pegada de carbono; Universidade.

Introducción

La evidencia científica demuestra que el clima global está cambiando como resultado de las actividades humanas, sobre todo aquellas que causan la liberación de gases de efecto invernadero. El informe más reciente del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de las Naciones Unidas estima que la temperatura media mundial de la superficie terrestre y marina ha aumentado $0,6 \pm 0,2$ 0.2C desde mediados del siglo XIX, y la mayoría de los cambios se han producido desde 1976 (Mcmichael et al., 2004). Los patrones de precipitación también han cambiado: las regiones áridas y semiáridas se están volviendo más secas, mientras que otras áreas, especialmente las latitudes medias y altas, se están volviendo más húmedas, provocando el llamado efecto invernadero (Abdollahbeigi, 2020). El efecto invernadero se debe principalmente a la interacción de la energía del sol con los gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso y los gases fluorados en la atmósfera terrestre. La capacidad de estos gases para capturar calor es lo que provoca el efecto invernadero (Kweku et al., 2018). El IPCC sugiere que si no se tomaban acciones específicas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, es probable que las temperaturas globales aumenten entre 1,4 y 5,8 ° C entre 1990 y 2100, por lo que las organizaciones pretenden reducir su huella de carbono.

Huella de carbono de la Universidad Técnica de Machala período 2018-2020

La huella de carbono es definida de manera general como la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera derivados de las actividades de producción o también en el consumo de bienes (Schneider & Samaniego, 2010). Se considera como la herramienta más importante para poder cuantificar las emisiones de los mencionados gases. Con el concepto huella de carbono de una organización se pretende describir el impacto total que una organización tiene sobre el clima en relación a las emisiones de GEI a la atmósfera. La cuantificación de las emisiones de GEI permite ser conscientes del impacto que genera la actividad de una organización en el calentamiento global, convirtiendo de esta manera la huella de carbono en una herramienta de sensibilización de gran valor (Espíndola & Valderrama, 2012). Además, medir la huella de carbono es una forma de evaluar la contribución al cambio climático y permite entender las emisiones que genera la actividad, cuantificarlas y conocer sus fuentes, resulta necesario como primer paso para plantear estrategias de compensación.

La Universidad Técnica de Machala (UTMACH) es una Institución de Educación Superior de la ciudad de Machala, siendo la única universidad pública que se encuentra en la provincia de El Oro. Ofrece una amplia gama de titulaciones de grado y posgrado, adaptadas al espacio de educación superior, en todos los ámbitos del saber, desde las humanidades a las ingenierías, desde las ciencias sociales a las ciencias empresariales y médicas. En la actualidad la universidad cuenta con cerca de 11800 estudiantes repartidos en 5 facultades diferenciadas, en el campus principal se encuentra la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Facultad de Ciencias Sociales, la Facultad de Ingeniería Civil, la Facultad de Ciencias Empresariales y el Campus Machala se encuentra parte de las carreras ofertadas por la Facultad de Ciencias Sociales. Siendo los gases de efecto invernadero un factor de gran influencia sobre el cambio climático, es indispensable que las instituciones de educación superior calculen su huella de carbono para conocer su aporte al cambio climático y su contribución al desarrollo sustentable (Salazar et al., 2019).

Bajo este enfoque el presente trabajo tiene como objetivo principal contribuir al desempeño sustentable de la Universidad Técnica de Machala a través de la determinación de su huella de carbono como indicador de impacto ambiental y cambio climático. Por lo que mide la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) producidos por la institución y se identifican las actividades desarrolladas en la UTMACH que ejercen algún tipo de impacto sobre el medio ambiente para

Huella de carbono de la Universidad Técnica de Machala período 2018-2020

proponer estrategias de control y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para sus instalaciones.

Materiales y métodos

Con base en los límites organizacionales se determinaron los límites operacionales del informe. Se aplicó el enfoque de ciclo de vida de acuerdo con la norma ISO 14040. Se cuantificaron emisiones considerando los 3 alcances de estudio posibles por la norma ISO 14064. De todas las instalaciones se excluyeron de los alcances de la huella de carbono las emisiones asociadas al consumo de gas natural utilizado en los comedores y cafeterías, así como también, en actividades y/o procesos que se dan en los laboratorios, emisiones asociadas al desplazamiento de personal docente y estudiantes de la institución y aquellas asociadas al consumo de papel y materiales de oficina; pertenecientes al alcance 3.

Tabla 1. Identificación de las fuentes de emisión de los gases de efecto invernadero y determinación de los datos de actividad.

Tipo de emisión	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3	Datos de actividad	Unidad
Fuente fija		Consumo de energía eléctrica		Determinación directa	kW/h
Fuente móvil	Desplazamiento de los vehículos			Determinación directa	km
Emisiones fugitivas	Sustancias refrigerantes en sistemas de climatización			Estimación indirecta	Kg
	Extintores			Determinación directa	kg
Emisiones de procesos			Consumo de agua	Determinación directa	m ³
			Generación de residuos sólidos	Estimación indirecta	kg

Huella de carbono de la Universidad Técnica de Machala período 2018-2020

Para la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) derivadas de las actividades desarrolladas entre los años 2018 – 2020 se han seguido las directrices del estándar ISO 14064-1:2006 y del GHG Protocol (Guide to Designing GHG Accounting Reporting Programs) para el cálculo y reporte de emisiones.

Se han utilizado de forma específica para cada fuente de emisión, parámetros de cálculo asociados a protocolos internacionales actualizados desarrollados por entidades como: Panel Internacional sobre Cambio Climático (IPCC, 2019). Otros documentos de consulta han sido la Guía Práctica para el Cálculo de Emisiones de GEI de la Oficina Catalana del Canvi Climàtic junto al Ministerio para la Transición Ecológica del Gobierno de España (OCCC, 2013) y la Guía Metodológica para el Cálculo de la Huella de Carbono Corporativa a Nivel Sectorial (CCB, 2013). En el caso particular del año 2020 se asumieron valores iguales al año 2019 (aproximación por exceso) debido a que por la situación de crisis sanitaria no se disponía de los respectivos registros. Los cálculos de emisiones de CO₂ por estudiante se realizaron con base en las siguientes poblaciones estudiantiles: 10121 estudiantes en el año 2018, 9807 estudiantes en el año 2019 y 11800 estudiantes en el año 2020 (UTMACH, 2018, 2019, 2020).

Se utilizaron las siguientes siglas para identificar cada una de las facultades. FCQS: Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud, FCA: Facultad de Ciencias Agropecuarias, FIC: Facultad de Ingeniería Civil, FCE: Facultad de Ciencias Empresariales, FCS: Facultad de Ciencias Sociales, EC: Edificio Central y CM: Campus Machala.

Resultados

De acuerdo a los datos recolectados en las diferentes facultades de la UTMACH durante el periodo 2018-2020, se presenta el inventario general integrador en la Tabla 2, el cual consta del alcance 1 (combustible, transporte, y extintores), alcance 2 (electricidad), y el alcance 3 (residuos sólidos, agua consumida, y aguas residuales producidas). Dentro del alcance 1, se cuenta con los resultados finales del combustible consumido, transporte, y extintores. Solo se obtuvieron datos o información del combustible y transporte del Edificio Central, ya que únicamente en esta área se estacionan los vehículos con los que se moviliza el personal administrativo para llegar a su lugar de trabajo. Además,

Huella de carbono de la Universidad Técnica de Machala período 2018-2020

los extintores de todas las facultades y del Edificio Central se recargan cada dos años, por ende se obtuvieron los datos de recarga del 2018-2019, mientras que del 2020-2021 se desconoce porque aún no termina ese periodo.

Por otro lado, en el alcance 2, conformado solo por datos de electricidad consumida, haciendo referencia a las sustancias refrigerantes en sistemas de climatización, solo se obtuvo toda la información requerida en el Edificio Central, ya que en la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud no hay información del año 2018, y en las demás facultades no hay información del año 2020.

Con respecto al alcance 3 se obtuvo los resultados correspondientes al consumo de agua, tratamiento de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales, en lo que corresponde al consumo de agua en la mayoría de facultades solo se obtuvo información de los años 2018 y 2019, mientras que dos de ellas tuvieron inconvenientes en la actualización de datos en las planillas de los medidores de agua como son el caso de la Facultad de Ingeniería Civil y la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud, por lo que no se pudo obtener los datos de los años 2020 y 2018 respectivamente. Los datos residuos sólidos de la mayoría de facultades y Edificio central se recogieron de manera satisfactoria en los años 2018, 2019 y 2020, exceptuando el Campus Machala del que no se pudo obtener datos del año 2018, Facultad de Ciencias Agropecuarias del año 2020 y la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud del 2018 y 2020. En el Campus Machala solo fue posible obtener datos del año 2020 de las aguas residuales producidas, mientras que, en la FCA, FIC y FCS sólo se recolectaron de los años 2018 y 2019, la FCQS sólo del 2019 y 2020, siendo el Edificio Central, FCS y FCE de donde se pudieron obtener todos los datos necesarios de 2018 a 2020.

Huella de carbono de la Universidad Técnica de Machala período 2018-2020

Tabla 2. Inventario ambiental para la UTMACH en los años 2018, 2019 y 2020.

CENTRO LABORAL Y AÑOS		ALCANCE 1				ALCANCE 2	ALCANCE 3		
		COMBUSTIBLE (L)	TRANS. (Km)	POT. TOTAL (Kw)	EXTINT. (Kg)	ELECT. (KW)	RESID. (Kg)	AGUA CONSUMIDA (m ³)	AGUAS RESIDUALES PRODUCIDAS (m ³)
EDIFICIO CENTRAL	2018	18060,19	115660,73	NA	NA	194345,5	46398,8	8591,4	36513,45
	2019	15134,07	101680,69	NA	68,1	203134,5	46398,8	8667	36834,75
	2020	9503,07	64823,93	620,7	NA	143790	46398,8	7497,8	31865,65
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD	2018	NA	NA	NA	NA	379118	209034	1750	1500
	2019	NA	NA	NA	81,36	379118	209034	270	229,5
	2020	NA	NA	512	NA	192809	209034	3509	2982,65
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS	2018	NA	NA	NA	NA	405605	96768	75288	64727,5
	2019	NA	NA	NA	106,69	437438	96768	76150	64727,5
	2020	NA	NA	447	NA	437438	96768	76150	64727,5
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	2018	NA	NA	NA	NA	23574	68418	1440	1224
	2019	NA	NA	NA	72,55	23613	68418	1440	1224
	2020	NA	NA	461,8	NA	23613	68418	1440	1224
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES	2018	NA	NA	NA	NA	631790	238518	961	781,15
	2019	NA	NA	NA	20,41	711814	238518	919	781,15
	2020	NA	NA	1036	NA	711814	238518	919	781,15
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES	2018	NA	NA	NA	NA	102972	3261,9	5.486,78	503,2
	2019	NA	NA	NA	36,32	8225	3261,9	3.302,1	503,2
	2020	NA	NA	535	NA	9000	3261,9	4200	503,2
CAMPUS MACHALA	2018	NA	NA	NA	NA	27668	169192,8	890	1776,5
	2019	NA	NA	NA	86,26	27668	169192,8	890	1776,5
	2020	NA	NA	974	NA	6457	169192,8	1200	1776,5

SI: Sin información disponible sobre ese aspecto. NA: No aplica para el cálculo en ese periodo

En la Tabla 3 se muestra los resultados de la Huella de carbono, para cada área explicada en los alcances dentro de la Universidad Técnica de Machala durante el periodo 2018-2020, obteniendo las toneladas de emisiones de CO₂ para cada uno de los años. Es importante señalar también, que los valores de toneladas de CO₂ corresponden a cifras totales; y no expresadas por cantidad de personas que hacen vida en cada facultad. Adicionalmente, existen valores de consumo eléctrico y de agua potable no disponibles para algunas unidades administrativas; elemento que influye en el cálculo. Sin embargo, los datos presentados muestran valores de tendencias reales de emisiones de gases de efecto invernadero.

Huella de carbono de la Universidad Técnica de Machala período 2018-2020

Tabla 3. Huella de Carbono de la UTMACH para los años 2018, 2019 y 2020

CENTRO LABORAL		ALCANCE 1			ALCANCE 2	ALCANCE 3			TOTAL
		COMB. (ton CO2)	CLIM. (ton CO2)	EXTINT. (ton CO2 eq.)	ELECT. (ton CO2)	RESIDUOS (ton CO2)	AGUA (ton CO2)	AGUAS RESIDUAL (ton CO2)	
EDIFICIO CENTRAL	2018	41,95	0,033	NA	175,26	595,62	21,48	71,57	905,91
	2019	35,16	0,033	0,0681	183,19	595,62	21,67	72,2	907,94
	2020	22,27	0,033	NA	129,67	595,62	18,74	62,46	828,79
FACULTAD DE CIENCIAS EPRESARIALES	2018	NA	56,27	NA	284,81	3060,2	0,4805	1,53	3403,29
	2019	NA	56,27	0,02	320,95	3060,2	0,46	1,53	3439,41
	2020	NA	56,27	NA	320,95	3060,2	0,46	1,53	3439,41
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS	2018	NA	24,268	NA	182,89	1241,5	37,644	126,87	1613,17
	2019	NA	24,268	0,10669	197,24	1241,5	38,075	126,87	1628,06
	2020	NA	SI	NA	197,24	1241,5	38,075	126,87	1603,69
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	2018	NA	25,07	NA	10,63	877,8	0,72	2,4	916,62
	2019	NA	25,07	0,072	10,65	877,8	0,72	2,4	916,71
	2020	NA	25,07	NA	10,65	877,8	0,72	2,4	916,64
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES	2018	NA	NA	NA	46,43	3261,9	1750,86	2,0	5061,19
	2019	NA	NA	0,03632	3,71	3261,9	165	2,0	3432,65
	2020	NA	NA	NA	3,71	3261	165	2,0	3431,71
CAMPUS MACHALA	2018	NA	SI	NA	12,48	2170,7	0,45	3,48	2187,11
	2019	NA	0,053	0,08626	12,48	2170,7	0,45	3,48	2187,25
	2020	NA	0,053	NA	2,91	2170,7	0,60	3,48	2177,74
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD	2018	NA	27,802	NA	SI	2681,9	0,135	6,30	2716,14
	2019	NA	27,802	0,08136	170,94	2681,9	0,135	6,30	2887,16
	2020	NA	27,802	NA	86,94	2681,9	1,7545	6,30	2804,70
GRAN TOTAL GENERAL									47405,29

SI: Sin información disponible sobre ese aspecto.

NA: No aplica para el cálculo en ese periodo

Huella de carbono de la Universidad Técnica de Machala período 2018-2020

En la Figura 1 se presenta el aporte a la huella de carbono de las emisiones de los tres alcances estudiados en los años 2018, 2019 y 2020. La mayor cantidad de emisiones de dióxido de carbono se concentra en la facultad de Ciencias Sociales en el año 2018 con un valor de 5061,195 toneladas de CO₂, no obstante, el Alcance 3 del mismo año tuvo mayor atención debido a que generó 3261 toneladas de CO₂ perteneciente a los residuos. De igual forma el edificio central y la facultad de Ingeniería Civil son las áreas donde las concentraciones de CO₂ presentaron cifras inferiores a las 1000 toneladas anuales.

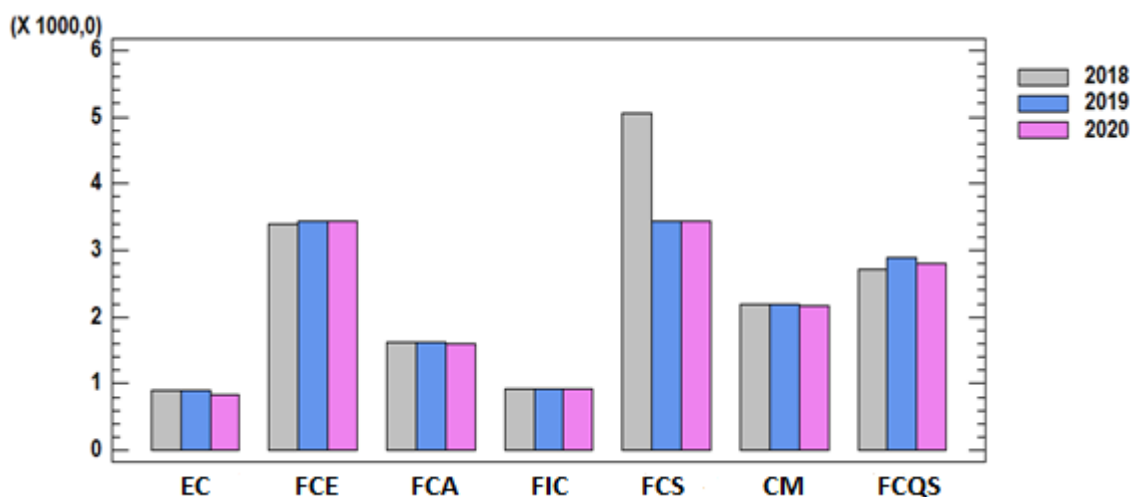


Figura 1. Huella de carbono de las emisiones correspondiente a las áreas de la UTMACH desde el 2018 al 2020

En la Figura 2 se compara la huella de carbono total de los tres alcances. Se observa como el Alcance 3; generó altas cantidades de dióxido de carbono (residuos, agua consumida, y aguas residuales producidas). El alcance 1 no presenta emisiones de dióxido de carbono en gran cantidad con respecto a los otros 2 alcances, esto se debe a que este alcance está relacionado con climatización, extintores y combustibles y la utilidad de los recursos no es frecuente ni constante durante todo el año.

Huella de carbono de la Universidad Técnica de Machala período 2018-2020

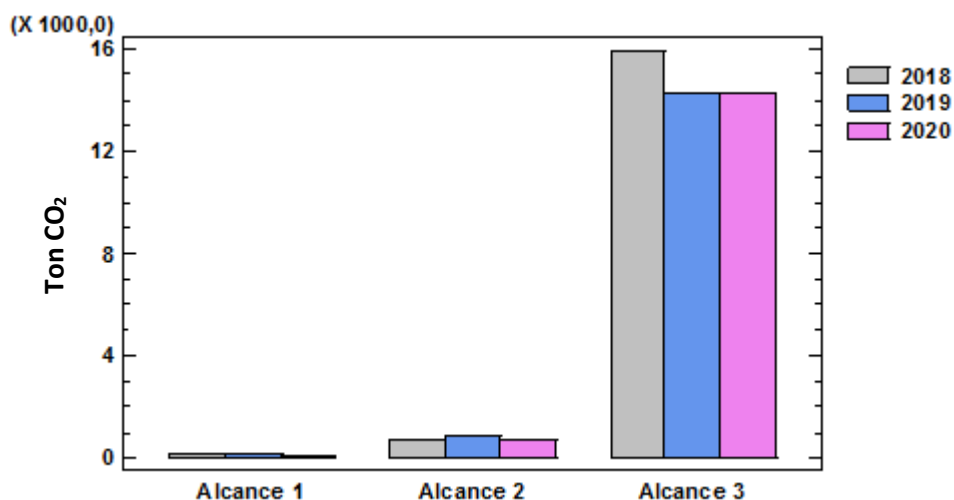


Figura 2. Huella de carbono total correspondientes a los alcances 1, 2 y 3 desde el año 2018 al 2020.

En la Figura 3 se observa la suma total de emisiones de Dióxido de Carbono de los tres años correspondiente a cada una de las áreas de la UTMACH. Los resultados presentan que el 25 % de la Huella de Carbono total de emisiones representa a la Facultad de Ciencias Empresariales esto se debe a la mayor cantidad de residuos generados durante el periodo 2018 a 2020, así también está la Facultad de Ciencias Químicas y de Ciencias Sociales que representan el 21% de emisiones de CO₂ generadas y de igual manera la causa de esto es por la gran cantidad de residuos que son desechados en las respectivas Facultades. Por otro lado, se tiene la Facultad de Ingeniería Civil y el Edificio Central las cuales son áreas con menor generación de toneladas de CO₂, ya que representa el 7%. Según la gráfica obtenida estas emisiones se suscitan en su mayor parte por los residuos sólidos generados y por el consumo de electricidad en todas las áreas de la Universidad Técnica de Machala.

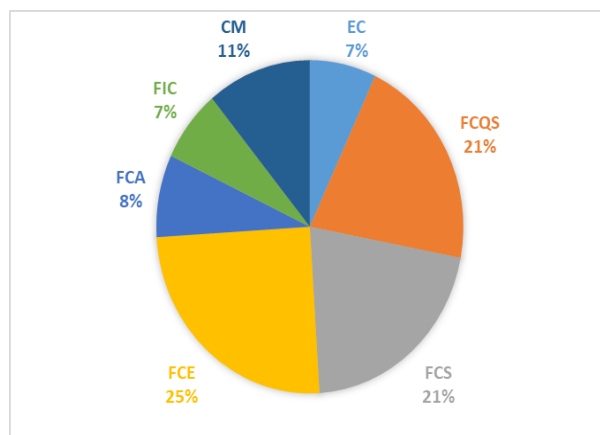


Figura 3. Huella de Carbono total de emisiones correspondiente a todas las áreas de la UTMACH durante el periodo 2018 -2020

Huella de carbono de la Universidad Técnica de Machala período 2018-2020

El porcentaje más alto se concentró en el alcance 3 con un 94% en las que está involucrada la generación de residuos sólidos que son principalmente papel, plásticos y residuos orgánicos de los patios de comida, los cuales son recolectados para ser trasladados al relleno sanitario, donde inicia su proceso de descomposición generándose los gases de efecto invernadero. Así mismo, el consumo de agua y aguas residuales generadas es alto, debido al número de personas que consumen alimentos en el patio de comidas y la utilización de los servicios sanitarios, en los cuales se generan aguas grises y negras con gran cantidad de materia orgánica, siendo esta la responsable de las emisiones de CO₂ gracias a la acción de las bacterias, y a su vez en el tratamiento al liberarse debido al consumo de energía dentro de las instalaciones (Lara, 2003). Sin embargo, se pudo notar que los porcentajes más bajos de emisiones de CO₂ corresponde al alcance 1 el cual representa el 1% en el cual se encuentra inmerso el combustible, climatización y extintores, de la misma manera el alcance 2 nos proporciona un valor reducido del 5% que representa a la electricidad consumida.

La huella de carbono por estudiante es de 1,66 ton CO₂/estudiante para el año 2018, 1,57 ton CO₂/estudiante para el año 2019 y 1,29 ton CO₂/estudiante en el año 2020, siendo estos valores mayores a los reportados por Manzur (2016) que es de 0,26 ton CO₂/estudiante de la Universidad Especialidades del Espíritu Santo; y Salazar et al., (2019) reporta 0,68 ton CO₂/estudiante de la Universidad de San Francisco de Quito. No obstante, estos valores son menores a los establecidos por el Banco Mundial para cada ecuatoriano; que es de 2 ton CO₂/año, debido a que las actividades realizadas en la universidad son diferentes y de menor duración que las que se realiza comúnmente en los hogares (Vilches et al., 2015). Las emisiones de CO₂ varían de una universidad a otra por el número de estudiantes, ubicación geográfica y servicios que esta presta, además de los alcances que considera en su estudio.

Conclusiones

La huella de carbono de las áreas de la UTMACH fue determinada para los años 2018, 2019 y 2020, utilizando las directrices del estándar del estándar ISO 14064-1:2006 y del GHG Protocol (Guide to Designing GHG Accounting Reporting Programs). Es así que, la huella de carbono total estimada en los años 2018, 2019 y 2020 fue de 16803 ton CO₂/año, 15400 ton CO₂/año y 15203 ton CO₂/año respectivamente, siendo el *Alcance 3* el de mayor aporte con un 94% del total, observándose una

Huella de carbono de la Universidad Técnica de Machala período 2018-2020

disminución en el año 2020 de las emisiones totales de dióxido de carbono, en comparación a los años 2018 y 2019. Esta reducción es debido a que los estudiantes y docentes no asistieron de forma presencial a sus labores lo cual generó una disminución del uso de los recursos eléctricos de las instalaciones y de igual manera no se generó gran cantidad de residuos sólidos. Además, se encontró 1,66 ton CO₂/estudiante para el año 2018, 1,57 ton CO₂/ estudiante para el año 2019 y 1,29 ton CO₂/ estudiante en el año 2020.

Por otro lado, se logró identificar cada una de las actividades que se llevan a cabo en las diferentes áreas de UTMACH, la cuales son una fuente GEI obteniendo como valores 476,01 ton CO₂/año; 1818,7 ton CO₂/año; 37546 toneladas de CO₂ por año correspondiente al alcance 1, 2 y 3 respectivamente, causando un impacto mayor sobre el ambiente el consumo de energía eléctrica y la generación de residuos sólidos.

Las estrategias de mitigación o compensación que se quiere llegar a implantar en la institución son: la creación de un departamento de sostenibilidad, programa de reciclaje por área, promover el reciclaje ciudadano a través de compensaciones, implementación de buenas prácticas operacionales y de mantenimiento de equipos de cómputo y laboratorio, sustitución de luminarias de alto consumo, aumento de áreas verdes, promover ventilación natural en edificaciones.

Referencias

1. Abdollahbeigi, M. (2020). Non-Climatic Factors Causing Climate Change. *Journal of Chemical Reviews*, 2(4), 292–308.
2. CCB. (2013). Guía Metodológica para el cálculo de la Huella de Carbono Corporativa a Nivel Sectorial. In *Cámara de Comercio de Bogotá Corporación Ambiental Empresarial Gestión Ambiental Responsabilidad de Todos*.
<https://www.car.gov.co/index.php?idcategoria=42211&download=Y%0A>
3. Espíndola, C., & Valderrama, J. (2012). Huella del carbono. Parte 1: conceptos, métodos de estimación y complejidades metodológicas. *Informacion Tecnologica*, 23(1), 163–176.
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642012000100017>
4. IPCC. (2019). Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización. In *International Panel on Climate Change*.
https://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_spm_final.pdf%0Ahttp://www.ipcc.ch/report/sr15/

Huella de carbono de la Universidad Técnica de Machala período 2018-2020

5. Kweku, D., Bismark, O., Maxwell, A., Desmond, K., Danso, K., Oti-Mensah, E., Quachie, A., & Adormaa, B. (2018). Greenhouse Effect: Greenhouse Gases and Their Impact on Global Warming. *Journal of Scientific Research and Reports*, 17(6), 1–9. <https://doi.org/10.9734/jsrr/2017/39630>
6. Lara, S. (2003). *Estimacion De Emisiones De Gases Con Efecto Invernadero, Provenientes Del Tratamineto De Aguas Servidas En La Región Metropolitana*. <http://mgpa.forestaluchile.cl/Tesis/Lara, Scarlett.pdf>
7. Manzur, M. J. (2016). *Estimacion de la huella de carbono 2009-2013 de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo*. http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/2120/1/Paper Titulación_ Manzur Ma Jose_Huella de Carbono UEES.pdf
8. Mcmichael, A. J., Campbell-lendrum, D., Kovats, S., Edwards, S., Wilkinson, P., Wilson, T., Nicholls, R., Hales, S., Tanser, F., Sueur, D. Le, & Schlesinger, M. (2004). Global climate change. In *Comparative Quantification of Health Risks*.
9. OCCC. (2013). Guía Práctica para el Cálculo de Emisiones de GEI. In *Oficina Catalana del Canvi Climàtic*.
10. Salazar, F., Valencia, M., Velasco, A., & Ochoa-Herrera, V. (2019). Actualización de la huella de carbono de la Universidad San Francisco de Quito para el año 2015. *ACI Avances En Ciencias e Ingenierías*, 11(2), 254–265. <https://doi.org/10.18272/aci.v11i2.450>
11. Schneider, H., & Samaniego, J. (2010). La Huella de carbono en la Producción, distribución y consumo de bienes y servicios. In *Comision Económica para America Latina y el Caribe (CEPAL)*. http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3753/S2009834_es.pdf?sequence=1
12. UTMACH. (2018). *Planificación Estrategica Desarrollo Institucional UTMACH 2018*. https://www.utmachala.edu.ec/archivos/filesportal/2018/PLANIFICACION/NOT_270_RES_238_2018.pdf
13. UTMACH. (2019). *Planificación Estrategica Desarrollo Institucional UTMACH 2019*. https://www.utmachala.edu.ec/archivos/filesportal/2019/RESOLUCIONES/PLANIFICACION/NOT_816_RES_729_2019_aprueban_el_avance_del_PEDI_2019_2023.PDF
14. UTMACH. (2020). *Planificación Estrategica Desarrollo Institucional UTMACH 2020*.

Huella de carbono de la Universidad Técnica de Machala período 2018-2020

https://www.utmachala.edu.ec/archivos/filesportal/2021/PLANIFICACION/NOT_670_RES_604_2020.PDF

15. Vilches, R., Dávila, F., & Varela, S. (2015). Determinación de la huella de carbono en la Universidad Politécnica Salesiana, sede Quito, campus sur, año base 2012. *La Granja*, 21(1).
<https://doi.org/10.17163/lgr.n21.2015.03>

©2021 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).|