

# CO<sub>2</sub> emission associated with the growing use of the internet: from 2016 to 2022

Laura Bazán-Díaz, Mg.<sup>1</sup>

Faculty of Engineering

<sup>1</sup>Universidad Privada del Norte (UPN)

Cajamarca, Perú

orcid.org/0000-0001-6377-8328

Patricia Uceda-Martos, Dra.<sup>1</sup>

Faculty of Engineering

<sup>1</sup>Universidad Privada del Norte (UPN)

Cajamarca, Perú

orcid.org/0000-0003-1771-9970

Luis Vásquez-Ramírez, Dr.<sup>1</sup>

Faculty of Engineering

<sup>1</sup>Universidad Privada del Norte (UPN)

Cajamarca, Perú

orcid.org/0000-0001-8861-7889

*Abstract- The large amount of information and the increase in data processing using internet for virtual activities are sources of polluting emissions that increase the digital carbon footprint. The objective of this study was to describe the CO<sub>2</sub> emission associated with internet use from 2016 to 2022; therefore, a non-experimental descriptive study was carried out using the parameters of daily internet consumption provided by the analysis of information sources: online statistics websites, technological reports, environmental reports, news, and environmental content published on web pages and research in paper format from 2016 to 2022. After this analysis, the daily emission of digital CO<sub>2</sub> was organized in: electronic mailings, publications in social networks, searches in Google, visualization of videos on YouTube, transmission of video in streaming platforms and videoconferences, as well as the number of daily hours of internet use, associated with the daily emission of digital CO<sub>2</sub>. It was found that the sending of emails are the largest source of emission, representing 73%, followed by daily publications on social networks (Facebook, Instagram, Twitter, among others) with 17%, a considerable 10% corresponding to the transmission of video by streaming and videoconferences (Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, WhatsApp, Netflix, HBO, etc.) and a zero emission (0%) by Google searches or viewing videos on YouTube. and evidenced the increase in internet consumption in recent years and the use of tools for work at home and remote and virtual learning intensified by the pandemic. As the use of technological resources increases, training and awareness policies are required on the personal and collective emission of CO<sub>2</sub> associated with the internet, since it is generated unconsciously or by the ignorance of users of all ages.*

*Keywords: carbon footprint, digital CO<sub>2</sub>, internet use*

**Digital Object Identifier (DOI):**

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.108>

**ISBN:** 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

# Emisión de CO<sub>2</sub> asociada al creciente uso del internet: desde el año 2016 al 2022

Laura Bazán-Díaz, Mg.<sup>1</sup>

Faculty of Engineering

<sup>1</sup>Universidad Privada del Norte (UPN)

Cajamarca, Perú

orcid.org/0000-0001-6377-8328

Patricia Uceda-Martos, Dra.<sup>1</sup>

Faculty of Engineering

<sup>1</sup>Universidad Privada del Norte (UPN)

Cajamarca, Perú

orcid.org/0000-0003-1771-9970

Luis Vásquez-Ramírez, Dr.<sup>1</sup>

Faculty of Engineering

<sup>1</sup>Universidad Privada del Norte (UPN)

Cajamarca, Perú

orcid.org/0000-0001-8861-7889

**Resumen-** *La gran cantidad de información y el aumento del procesamiento de datos utilizando internet para actividades virtuales son fuentes de emisiones contaminantes que aumentan la huella de carbono digital. El objetivo de este estudio fue describir la emisión de CO<sub>2</sub> asociada al uso de internet desde el año 2016 al 2022; por lo que se realizó un estudio descriptivo no experimental utilizando los parámetros de consumo diario de internet proporcionados por el análisis de fuentes de información: sitios web de estadísticas en línea, reportes tecnológicos, reportes medioambientales, noticias y contenido medioambiental publicado en páginas web e investigaciones en formato paper de los años 2016 al 2022. Luego de este análisis se organizó la emisión diaria de CO<sub>2</sub> digital en: envíos de correos electrónicos, publicaciones en redes sociales, búsquedas en Google, visualización de videos en YouTube, transmisión de video en plataformas streaming y videoconferencias, así como el número de horas diarias de uso de internet, asociado a la emisión diaria de CO<sub>2</sub> digital. Se encontró que el envío de correos electrónicos son la mayor fuente de emisión, representando un 73%, seguido de las publicaciones diarias en redes sociales (Facebook, Instagram, Twitter, entre otros) con un 17%, un considerable 10% correspondiente a la transmisión de video por streaming y videoconferencias (Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, WhatsApp, Netflix, HBO, etc.) y una emisión nula (0%) por búsquedas de Google o visualización de videos en YouTube. Se evidenció el aumento del consumo de internet en los últimos años y el uso de herramientas para el trabajo en casa y el aprendizaje remoto y virtual intensificados por la pandemia. A medida que aumenta el uso de recursos tecnológicos, se requieren políticas de formación y concienciación sobre la emisión personal y colectiva de CO<sub>2</sub> asociada a internet, ya que se genera de forma inconsciente o por el desconocimiento de usuarios de todas las edades.*

**Palabras clave:** huella de carbono, CO<sub>2</sub> digital, uso de internet

## I. INTRODUCCIÓN

La huella ecológica mide la demanda humana sobre la naturaleza, de acuerdo con el uso individual o colectivo de los recursos ecológicos, comparado con la capacidad disponible que se requiere para la regeneración biológica, y deduciendo a partir de ello la sobrecarga o el uso óptimo. El cálculo de la huella ecológica determina cuántos planetas se necesitarían si todos vivieran como la persona o el grupo al que se está evaluando.

Un déficit ecológico ocurre cuando la huella ecológica de una población excede la biocapacidad del área disponible para esa población, liquidando activos ecológicos o emitiendo desechos de dióxido de carbono a la atmósfera; por el contrario, existe una reserva ecológica cuando la biocapacidad de una región supera la huella ecológica de su población. Entre los países con mayor déficit ecológico se encuentran: Singapur, Islas Bermudas, Israel, Kuwait, Qatar y Líbano; Entre los países con mayores reservas ecológicas se encuentran: Guayana Francesa, Surinam, Congo, Bolivia, Paraguay y Brasil [1]. A nivel mundial, los mayores productores de CO<sub>2</sub> digital son China, Estados Unidos, India y Rusia, que producen 9838, 5269, 2466 y 1692 toneladas de CO<sub>2</sub> por año [2].

Los avances en la infraestructura informática y el considerable aumento de sus usuarios afectan a la huella ecológica, debido al uso excesivo del almacenamiento de datos requerido por las plataformas de redes sociales y mensajería instantánea [3].

Dentro de la huella ecológica, la huella de carbono corresponde a la emisión de dióxido de carbono (toneladas de CO<sub>2</sub> al año) que se produce al realizar las actividades diarias. Algunos estudios demuestran que los lugares con vegetación extensa reducen su huella ecológica, ya que pueden absorber más CO<sub>2</sub> del que emiten (sumideros de CO<sub>2</sub>) [4], [5]. La Fundación Telefónica [6], indica que la huella de carbono ha ido definiendo algunos ecosistemas y especies, y que todo ello repercute en el cambio climático y en los nuevos conceptos de sostenibilidad ambiental y economía verde, conceptos que muchas personas no entienden del todo. La transformación digital tiene sentido si cada persona considera su propia huella ecológica y actúa con innovación en beneficio de la ecología contra el cambio climático y las consecuencias de la actividad humana [7].

Por otro lado, la era de la información desata una realidad: el exceso de información, los grandes conjuntos de datos, el aumento de las horas de uso de la computadora, el procesamiento de la información y las redes de comunicación. Se experimenta la era de Big Data donde recién pequeñas cantidades de datos se han interpretado; sin embargo, esta inmensidad de datos requiere una mayor capacidad de arbitraje para darle sentido y uso a lo largo del tiempo [8] El consumo de energía en la transmisión y procesamiento de

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.108>

ISBN: 978-628-95207-0-5 ISSN: 2414-6390

datos es muy alto, y todo lo que funciona en internet produce CO<sub>2</sub>; el mundo digital genera el 4% de la transmisión mundial, el uso de las redes 5G y la inteligencia artificial podrían multiplicar aún más esta emisión.

Se habla de "programación verde" como técnica de ahorro en algoritmos. Los usuarios podrían sustituir el streaming por descargas, reduciendo la reproducción de vídeos y evitando la alta definición de los mismos, así como el utilizar aplicaciones de compensación como lo realiza Ecosia, plantando árboles para el planeta en proporción a las búsquedas realizadas [9], [10].

Si bien es cierto, la economía digital ha propiciado un crecimiento digital en nuestras vidas, muy pocos han analizado el impacto ambiental que viene teniendo a nivel de consumo energético y contaminación. El 7% de la energía mundial es consumida por el conjunto de servidores y ordenadores en el mundo y los gases de efecto invernadero crecieron del 2% al 3%, alcanzando el 4% a finales del 2020. Existe un alto vínculo entre el crecimiento de la huella digital asociada al uso de internet y el de la huella de carbono; los gestores tecnológicos aún no asumen la responsabilidad del uso adecuado, proyectándose que este 4% se duplicará para el año 2025 [11], [12].

Cuantificar el impacto de cada una de las acciones de los usuarios en internet ayudaría a comprender la responsabilidad que se debe asumir, por ejemplo: una búsqueda en internet libera 0,2 gramos de CO<sub>2</sub> al medio ambiente y alineada al efecto invernadero, mil búsquedas en internet equivalen a conducir un vehículo durante un kilómetro, en valores españoles 50 gramos de CO<sub>2</sub> por kilómetro [13].

El consumo electrónico y servicios utilizados a través de internet, han aumentado dramáticamente, por ejemplo en un minuto se envían 19 millones de mensajes de texto, 1,3 millones de usuarios se conectan a Facebook, 4,1 millones de usuarios realizan una búsqueda en internet, 764 000 usuarios están conectados a Netflix, 59 millones de mensajes se envían a través de WhatsApp o Facebook, 4,7 millones de personas están viendo un video en YouTube, se envían 190 millones de correos electrónicos, 400 000 aplicaciones se descargan desde PlayStore o App Store, entre otras [11]. El reproducir un video de YouTube de 4 minutos equivale a 17 gramos de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y en un día los usuarios de YouTube generan 229 toneladas de CO<sub>2</sub> [14].

En cuanto a los correos electrónicos, el enviarlos con un archivo adjunto equivale al consumo eléctrico de una bombilla durante una hora, es decir, genera aproximadamente 30 gramos de CO<sub>2</sub>. Además, si a esto le sumamos que existe una alta costumbre de enviar correos electrónicos innecesarios por parte de los usuarios, la contaminación aumenta. Por ejemplo, en Reino Unido, si cada adulto omitiera responder a un correo electrónico de agradecimiento por día, se evitarían al menos

23.475 toneladas de CO<sub>2</sub> al año; y según el estudio realizado por Ovo Energy, se menciona que el 72% de los usuarios en Reino Unido desconocían por completo la huella de carbono que representa el envío de correos electrónicos. Es por ello que se recomienda que los usuarios cooperen no enviando correos electrónicos innecesarios con contenido como: "gracias", "buen fin de semana", "recibido", "saludos", "tú también", entre otros. Es evidente que al 71% de los usuarios británicos no les importaría dejar de recibir un correo electrónico de agradecimiento si supieran que contribuyen al medio ambiente y ayudarían a combatir la crisis climática [15]

Hacer un post en Twitter genera 0,02 gramos de CO<sub>2</sub>, y a nivel macro se generan 656 millones de tweets al día, lo que equivale a 13,2 toneladas de CO<sub>2</sub>. En Facebook, anualmente, los comentarios que se publican solo han generado 979 000 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> [13].

Una hora de videoconferencia puede emitir entre 150 y 1000 gramos de CO<sub>2</sub>. La mayor huella de carbono tiene como fuente la transferencia de datos, y el ver películas en streaming. En el 2020, el streaming ocupó más del 80 % del tráfico de la red, en promedio, un millón de minutos de vídeo por segundo, se transmitieron por internet [16]. Ahora, las redes sociales también permiten transmitir vídeos en tiempo real, YouTube, Netflix y otras plataformas, siguen aumentando en el tráfico de red. Las videollamadas se incluyen en los reportes de streaming. Según un informe de Eurostat [17], un 78 % de españoles utilizó Zoom, Google Meet, entre otras plataformas de videoconferencias y concluyeron que si se apagara la cámara web durante una videoconferencia se reduciría un 96% la huella de carbono [18].

Todos los datos reportados en los años 2019 y 2020 se han visto incrementados por la pandemia provocada por el COVID-19 y para 2021 en el mismo momento: se conectaron casi 5 millones de personas en el mundo, se visitaron casi 2 millones de sitios web, se realizaron casi 8 millones de búsquedas en Google, se enviaron casi 1 millón de tweets, se reprodujeron alrededor de 7 millones y medio de vídeos en YouTube, se cargaron cerca de 90 millones de fotos en Instagram, produciendo emisiones de CO<sub>2</sub> por uso de internet por un total aproximado de casi 3 millones y media toneladas [2].

La pandemia ha aumentado aún más el uso de internet y la tecnología; los hábitos han cambiado con el teletrabajo, el uso de plataformas digitales y las compras online. Se habla de un nuevo concepto llamado "sobriedad digital" que pretende adquirir hábitos digitales sostenibles frente a la contaminación digital, invisibles, silenciosos y aún poco conocidos; implica crear productos y servicios con menor consumo de recursos y con una tarea sostenible, requiere el cambiar hábitos y moderar el uso de internet, el enviar solo correos electrónicos necesarios, el recargar dispositivos solo cuando sea necesario,

y eliminar datos de la nube y del correo electrónico que ya no se necesitan; en general las empresas deberían fabricar previo análisis de su impacto ambiental [19].

Grandes empresas, como Google, Facebook, Apple e Instagram han ido implementando soluciones que muestran en tiempo real la cantidad de CO<sub>2</sub> emitido en cada segundo, y vienen mostrando a la comunidad los resultados de su huella de carbono, con una reducción del 55% en los últimos 5 años; esta tarea no solo corresponde a las grandes empresas, debe involucrar a todos los usuarios [20].

Las calculadoras de carbono son un puente potencial que buscan conectar el comportamiento individual y las opciones de estilo de vida para contrarrestar los efectos del cambio climático. Estas calculadoras sirven para explicar, desde la perspectiva de la huella de carbono individual, la transformación social que se necesita. Andersson [21], propuso el utilizar datos de transacciones financieras para determinar la huella de carbono de una persona con un nuevo enfoque. La gestión de la huella de carbono implicaría un proceso de ciclo iterativo que incluye las siguientes etapas: análisis del estado inicial, cuantificación de la huella de carbono, análisis de riesgos y oportunidades, y el plan de mitigación y comunicación [22]

## II. MATERIALES Y MÉTODO

El estudio fue de diseño no experimental y descriptivo, incluyendo el análisis de los datos en línea (tiempo real) sobre la emisión de CO<sub>2</sub> asociada al uso de internet [23] desde el año 2016 al año 2022; se incluyeron estadísticas y valores referentes relacionados a la emisión de CO<sub>2</sub> proporcionados por los investigaciones y publicaciones interesados en el impacto de la huella de carbono.

Era necesario tener una idea clara de la generación de CO<sub>2</sub> por los diferentes tipos de servicios en internet, dado su creciente uso en diferentes contextos, de modo personal, en el hogar, en el trabajo, en la educación, en salud, entretenimiento, en el gobierno, en los negocios y en cualquier lugar donde se requiera estar conectado a internet.

Esta información permitió definir las dimensiones del uso de internet. Se calcularon las equivalencias diarias por categoría de uso de internet y su emisión de CO<sub>2</sub> asociada, clasificadas según: correos electrónicos, publicaciones en redes sociales, búsquedas en Google y visualización de videos YouTube, transmisión mediante plataformas streaming y videoconferencias, además de incluir el número de usuarios activos en todo el mundo (Fig. 1). Se organizó la información a través de hojas de cálculo, y herramientas visuales para describir detalladamente el comportamiento de cada fuente de emisión de CO<sub>2</sub>.

## III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Utilizando las estadísticas en tiempo real a través de internet, se hizo los cálculos a nivel mundial, donde se pudo identificar que el mayor generador de CO<sub>2</sub>, sin duda es el envío de correos electrónicos diarios con una emisión de 198 billones de emails y un equivalente a 794 miles de toneladas. La visualización diaria de videos en YouTube alcanza los 5.6 millones, generando 10 kilogramos de CO<sub>2</sub>; se tiene en promedio 157 millones de publicaciones diarias en redes sociales (Facebook, Instagram, Twitter, entre otros) ocasionando 190 mil toneladas de CO<sub>2</sub>; se realizan 5.7 millones de búsquedas diarias solo en Google, con una emisión de 10 kilogramos de CO<sub>2</sub>, y notoriamente, cada día se utilizan 48 millones de horas de transmisión por streaming y videoconferencias (Zoom, Google Meet, Microsoft Teams, WhatsApp, Netflix, HBO, entre otros) con una emisión de CO<sub>2</sub> aproximada de 110 mil toneladas. En un mismo instante, a nivel mundial en promedio, 458 millones de usuarios están conectados al internet generando casi 157 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> (Fig. 1).

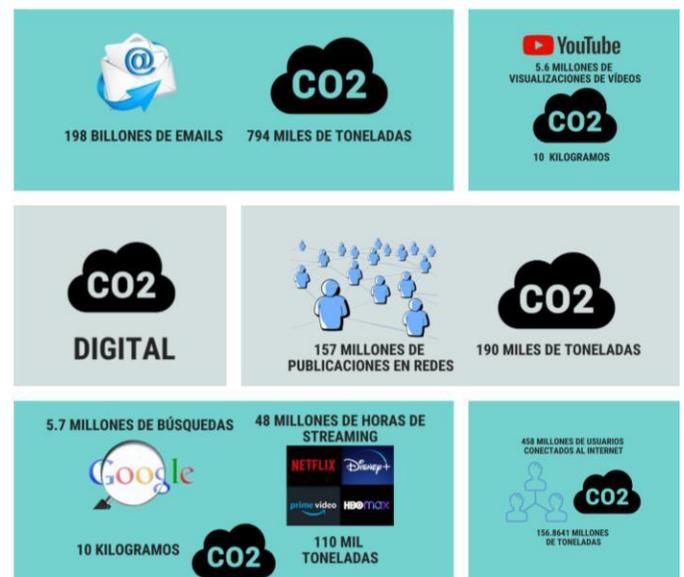


Fig. 1 Emisión diaria de CO<sub>2</sub> por fuente de generación

A partir de la identificación de la emisión de CO<sub>2</sub> por fuente de generación se determinó su aporte porcentual según uso de internet (Fig. 2), donde se observa que el envío de correo electrónicos es la mayor fuente de CO<sub>2</sub>, seguido por las publicaciones en redes sociales y la transmisión en vivo que incluye las videoconferencias, dejando a las búsquedas en Google y a la visualización de videos en YouTube con un aporte casi nulo, equivalente al 0%.

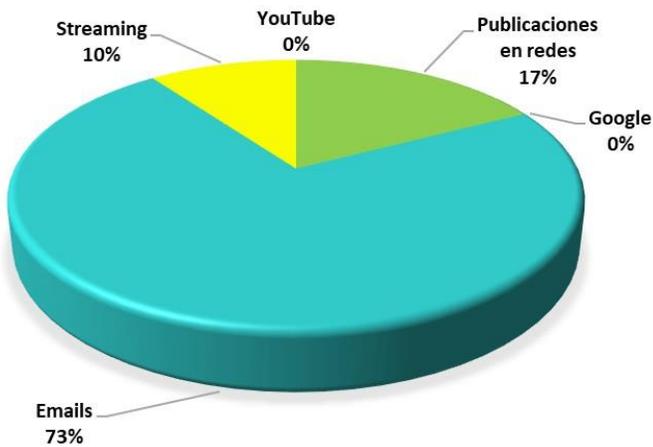


Fig. 2 Distribución de emisión de CO<sub>2</sub> por fuente de generación

Este estudio descriptivo se realizó a partir de diversas investigaciones relacionadas con la emisión de CO<sub>2</sub> producto del uso de internet. Los países origen de dichas investigaciones en su mayoría se encuentran en el continente europeo, seguido de Sudamérica. El país que brinda mayor atención al tema es España con un 53%, seguido de Colombia con un 18% de estudios (Fig. 3).

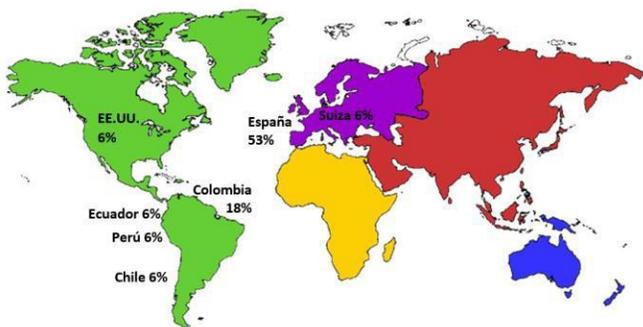


Fig. 3 Países con estudios de emisión de CO<sub>2</sub> por internet

Analizando los tipos de antecedentes se encontró que un 78% de información al respecto se encuentra en páginas web, mientras que un 22% corresponden a investigaciones (Fig. 4). En la Fig. 5 se detallan la distribución de estudios utilizados por tipo de fuente, destacando las noticias con un 43%, seguido por las publicaciones en formato paper con un 22%, un 17% de participación de entidades medioambientales, un 9% de páginas de estadísticas medioambientales internacionales y un 9% de reportes de organizaciones tecnológicas.

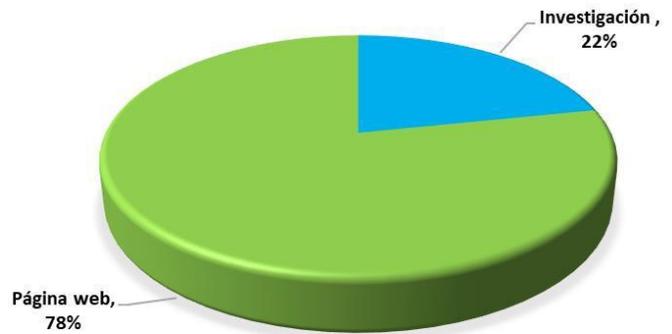


Fig. 4 Distribución de estudios por tipo de antecedente

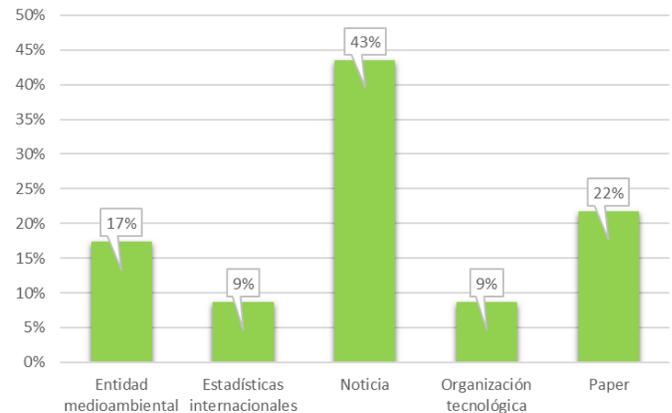


Fig. 5 Distribución de estudios por tipo de fuente de información

Asimismo, es importante indicar que las fuentes de información del presente estudio datan del 2016, hasta la actualidad (Tabla I), donde se observa que a partir del año 2019 se incrementa notablemente el interés por conocer el impacto del uso de internet, dado el aumento exponencial del uso de dispositivos tecnológicos y una gran transmisión de datos de internet; del 2020 en adelante se muestra una importante atención en el tema, permaneciendo el número de estudios dado el aumento del uso de internet por la pandemia, consecuencia del trabajo remoto y el estudio desde casa.

Tabla. 1  
Estudios de emisión de CO<sub>2</sub> por internet por año

Año	% de estudios
2016	6
2017	6
2018	6
2019	41
2020	18
2021	12
2022	12

Con el cálculo de la emisión digital diaria de CO<sub>2</sub> se observa un considerable uso de internet debido al aumento de uso de dispositivos electrónicos como smartphones, tablets, smartTV, laptops y otros que utilizan datos de internet, y con la emisión de CO<sub>2</sub> asociada se evidencia el crecimiento de la huella ecológica[2], [4]–[6]. De hecho, el consumo de internet ha aumentado junto con el consumo de energía y la emisión de CO<sub>2</sub> digital, 132 veces más; por esta razón, se requieren soluciones de ahorro y estrategias de reducción para compensar la huella generada [10], [11].

Es necesario comprender y responsabilizarse de este consumo permanente y silencioso en la red; esta medición permite identificar el impacto del consumo electrónico que es evidente en el cambio de vida a causa del aumento exponencial del uso de internet para las actividades diarias, por lo que se requiere adquirir hábitos de "sobriedad digital" [9]–[13], [19]. Esta tarea le corresponde a las organizaciones del estado y educativas, donde se asuman un papel protagonista en actividades de sensibilización, difusión del impacto y uso conciente. La universidad debe promover a través de sus diferentes profesiones la orientación y formación de cuidado ambiental de la mano con proyectos de responsabilidad social.

Aunque los jóvenes universitarios no suelen utilizar el correo electrónico como herramienta formal, es importante concientizarlos sobre las altas emisiones de CO<sub>2</sub> que generan, para que puedan correr la voz con familiares y amigos que sí lo utilizan, y además, cuando formen parte de la actividad profesional seguramente empezarán a necesitar enviar correos electrónicos, para que pudieran reducir el envío innecesario[15]. En estos últimos años de trabajo en casa por pandemia, el correo electrónico y la mensajería por aplicaciones de internet superó toda capacidad, pero sobretodo se fue perdiendo la conciencia en el aumento ilimitado del uso de internet.

Si bien es cierto, que el uso de videoconferencias se ha intensificado y se hace hecho común desde la pandemia, es importante optimizar el tiempo de la transmisión, orientando a un uso mínimo de tiempo, solo el necesario; además es importante tener en cuenta que si no se activa la cámara web, la transmisión de datos y la emisión de CO<sub>2</sub> asociada disminuirán notablemente [16]–[18].

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para reducir la huella de carbono digital, es necesario reflexionar principalmente sobre la reducción del uso del correo electrónico, (respuestas masivas, respuestas de agradecimiento, saludos o confirmaciones implícitas) a través de capacitaciones en su uso; también, reduciendo las publicaciones innecesarias o repetitivas en redes sociales y

sobre todo, optimizando el uso de la transmisión de vídeos a través de streaming o videoconferencias.

El uso de recursos tecnológicos y servicios de internet ha aumentado masivamente en todos los sectores, especialmente en salud, educación, seguridad, comunicaciones y en el sector de entretenimiento, a nivel mundial, acelerando el aumento de la producción de CO<sub>2</sub> digital. Esta condición se acrecentó aún más por la pandemia y la necesidad del internet para el trabajo remoto y el aprendizaje virtual.

A medida que aumenta el uso de recursos tecnológicos, se requieren políticas para sensibilizar sobre la emisión personal de CO<sub>2</sub> digital, dado que se genera de forma silenciosa y por desconocimiento de usuarios de todas las edades, desde menores de un año, pasando por niños, adolescentes, jóvenes, adultos y adulto mayor, que cada vez usan más el internet, creciendo cada vez más su uso. Corresponde a todas las organizaciones desde el papel que desempeñan, establecer acciones que cuantifiquen y minimicen la huella de carbono digital.

La transformación digital tiene sentido si cada persona considera su propia huella ecológica y actúa con innovación a favor de la ecología, contra el cambio climático y las consecuencias de la actividad humana [7].

Es importante seguir los ejemplos de países como España y Colombia que han abordado el tema con responsabilidad para disminuir el impacto del uso del internet y todos los servicios asociados a este. En temas de tecnología es necesario identificar estrategias de cuidado ambiental, asociadas al uso creciente del internet.

#### REFERENCIAS

- [1] Global Footprint Network, "Home - Global Footprint Network," 2022. <https://www.footprintnetwork.org/>
- [2] L. Páez Cruz and I. C. Velásquez Giraldo, "TIP de TIC - ¿Sabías que tienes huella de carbono digital?," 2020. [Online]. Available: <https://repository.ces.edu.co/handle/10946/4880>
- [3] D. Cesarina, "La huella ecológica de las redes sociales y la mensajería instantánea. Propuesta de la app 'Green Smartphone'," Máster, Universidad de Murcia, Murcia, 2019. [Online]. Available: <https://repository.upct.es/bitstream/handle/10317/8013/tfm-gom-hue.pdf>
- [4] J. M. Rodríguez Mellado and F. Rivero Pallarés, "Relación Huella de Carbono-Huella Ecológica: estudio de los municipios de la provincia de Sevilla," in *IX Congreso Internacional de Ordenación del Territorio: Planificación y gestión integrada como respuesta*, 2019, págs. 867-872, 2019, pp. 867–872. [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6964488>
- [5] M. Andrade Cueva, E. R. Haro Haro, J. C. Páez Egúez, M. F. Recalde Rodríguez, and K. E. Zumarraga Marroquín, *La huella de carbono y la campaña de Marketing verde*. Quito: El Conejo, 2018. [Online]. Available: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/19411>
- [6] Fundación Telefónica, "Humanidades en un mundo STEM," *Fundación Telefónica España*, vol. 112, p. 142, 2019.
- [7] M. Charlier and R. Francou, "La agenda para un futuro digital y ecológico," presented at the XIII CTV 2019 Proceedings: XIII

- International Conference on Virtual City and Territory: “Challenges and paradigms of the contemporary city”: UPC, Barcelona, October 2-4, 2019, 2019. doi: 10.5821/ctv.8749.
- [8] D. Armitage and J. Guldi, “Grandes problemas: los big data,” *Revista Santander*, 2017, [Online]. Available: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistasantander/article/download/8909/8794/>
- [9] Telediario, “¿Contaminamos al usar internet?,” (2021). [Online]. Available: <https://www.rtve.es/alicarta/videos/telediario/contaminamos-usar-internet/5781748/>
- [10] L. Rodríguez, “La alta huella ambiental de ver vídeos en plataformas como Netflix,” *ElDiario.es*, 2019. [https://www.eldiario.es/ballenablanca/365\\_dias/netflix-medio-ambiente-emisiones-co2-cambio-climatico\\_1\\_1266098.html](https://www.eldiario.es/ballenablanca/365_dias/netflix-medio-ambiente-emisiones-co2-cambio-climatico_1_1266098.html)
- [11] @NatGeoES, “¿Cuánto contamina internet?,” *National Geographic*, 2019. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2019/02/cuanto-contamina-internet>
- [12] I. Ordiales, “DIGITALIZACIÓN Y CAMBIO CLIMÁTICO,” *Fundación Alternativas*, p. 116, 2019.
- [13] R. T. Gómez, *Frente al apocalipsis del clima: La lucha contra el calentamiento global. De Río-92 a París-2015*. Profit Editorial, 2016.
- [14] B. B. González and C. J. García, “¿Somos unos ‘e-pócritas’ del cambio climático?,” *The Conversation*, 2020. <http://theconversation.com/somos-unos-e-pocritas-del-cambio-climatico-139123>
- [15] OVO Energy, “‘Think Before You Thank’ | OVO Energy,” 2019. <https://www.ovoenergy.com/ovo-newsroom/press-releases/2019/november/think-before-you-thank-if-every-brit-sent-one-less-thank-you-email-a-day-we-would-save-16433-tonnes-of-carbon-a-year-the-same-as-81152-flights-to-madrid.html>
- [16] Cisco, “Cisco Annual Internet Report - Cisco Annual Internet Report (2018–2023) White Paper,” 2020. Accessed: Feb. 04, 2022. [Online]. Available: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html>
- [17] Eurostat, “Statistics | Eurostat,” 2022. [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc\\_ci\\_ac\\_i/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_ci_ac_i/default/table?lang=en) (accessed Feb. 04, 2022).
- [18] Agencia SINC, “Así contaminamos con internet sin salir de casa,” *Agencia SINC*, 2021. <https://www.agenciasinc.es/Reportajes/Asi-contaminamos-con-internet-sin-salir-de-casa> (accessed Feb. 04, 2022).
- [19] Levanta la cabeza, “¿Y si nos apuntamos a la ‘sobriedad digital’?,” *Compromiso Atresmedia*, 2020. [https://compromiso.atresmedia.com/levanta-la-cabeza/actualidad/nos-apuntamos-sobriedad-digital\\_202011055fa3dc4c0e37c40001f52db8.html](https://compromiso.atresmedia.com/levanta-la-cabeza/actualidad/nos-apuntamos-sobriedad-digital_202011055fa3dc4c0e37c40001f52db8.html)
- [20] Perú Retail, “Huella de carbono: qué es y cuáles son los beneficios de implementarlo en tu empresa,” *Perú Retail*, 2019. <https://www.peru-retail.com/huella-de-carbono-beneficios-implementarlo-empresa/>
- [21] D. Andersson, “A novel approach to calculate individuals’ carbon footprints using financial transaction data – App development and design,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 256, p. 120396, 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.120396.
- [22] Ministerio de ambiente de Chile, “Huella de carbono,” *mma.gob.cl*, 2022. <https://mma.gob.cl/cambio-climatico/cc-02-7-huella-de-carbono/>
- [23] Internet Live Stats, “Internet Live Stats - Internet Usage & Social Media Statistics,” 2022. <https://www.internetlivestats.com/>