

# Impacto de la batería de Smartphones en la huella de carbono: Estudio de caso Bogotá, Colombia

## Smartphones battery impact on carbon footprint

Hernández P. Nicolás A, Rojas P. Camilo A.

### Resumen

**L**a presente investigación, tuvo como objetivo demostrar cómo el uso y mercado de consumo de tecnología, dado el caso de los Smartphones, más específicamente la batería, tiene participación de peso en el impacto de la huella de carbono, a partir de factores de uso común, desempeño, deterioro y fabricación, orientadas al uso medio de un habitante común de la ciudad de Bogotá. Dicho comportamiento forma parte de la responsabilidad que cada persona que habita la ciudad tiene con el medio ambiente y el futuro del mismo. Para lograr lo anterior, se realizó un seguimiento fundamentado en el desarrollo investigativo, que permitiera reunir los elementos y detalles de hábitos de uso en el usuario de dispositivos móviles a partir de la inclusión de la perspectiva ambiental en los distintos factores que influyen en el impacto a la huella de carbono.

Dicho seguimiento, tuvo como resultado la consolidación de información y la propuesta de solución, enfocada en adopción de nuevas tecnologías, o corrección de incorrectos hábitos de uso que apoye a la disminución de la problemática.

**Palabras Clave:** Batería, Iones de litio, Hábitos y dispositivos, Smartphone, huella de carbono, CO<sub>2</sub>, gases efecto invernadero, cambio climático.

### Abstract

**T**he purpose of this research was to demonstrate how the use and market of technology consumption, in the case of Smartphones, have a significant participation in the impact of the carbon footprint, based on factors of common use, performance, deterioration and manufacturing, oriented to the average use of a common inhabitant of the city of Bogotá. This behavior is part of the responsibility that each person who lives in the city has with the environment and its future. In order to achieve the above, a follow-up based on the research development was carried out, which would allow gathering the elements and details of habits of use in the user of mobile devices from the inclusion of the environmental perspective in the different factors that influence the impact to the carbon footprint. This follow-up resulted in the consolidation of information and the proposed solution, focused on the adoption of new technologies, or the correction of incorrect usage habits that support the reduction of the problem.

**Keywords:** Battery, Lithium-ion, Habits and devices, Smartphone, carbon footprint, CO<sub>2</sub>, greenhouse gases, climate change.

Recibido / Received: 11 de Octubre de 2019 Aprobado / Approved: 11 de Noviembre de 2019

Tipo de artículo / Type of paper: Entorno al medio ambiente y la tecnología

Afiliación Institucional de los autores / Institutional Affiliation of authors: es un producto de semillero jóvenes emprendedores del programa de administración de empresas de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, grupo de investigación avalado por Colciencias: Empresas y Emprendimientos de Base Tecnológica que tiene como código de grupo ante Colciencias COL0197948.

Autor para comunicaciones / Author communications: nicolas.hernandez-p@mail.escuelaing.edu.co

El autor declara que no tiene conflicto de interés.

## Introducción

Se encuentra un factor que impacta de manera directa la forma en que avanzamos como humanidad, y lo mucho que podemos llegar a afectar el medio ambiente para otros seres vivos, esto es comúnmente llamado como, contaminación, esta se monitorea o se sigue mediante el concepto de huella de carbono, la cual es una de las formas más simples que existen de medir el impacto o la marca que deja una persona sobre el planeta en su vida cotidiana. Es un recuento de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que son liberadas a la atmósfera debido a nuestras actividades cotidianas o a la comercialización de un producto. (Universidad Austral de Chile, 2018)

Por lo tanto, la huella de carbono es la medida del impacto que provocan las actividades del ser humano en el medio ambiente y se determina según la cantidad de emisiones de gas (gases efecto invernadero) producidas, medidas en unidades de dióxido de carbono equivalente.

Se definirán, aspectos, estadísticas y otros conceptos necesarios para entender el impacto que puede tener un objeto tan cotidiano como el Smartphone, más precisamente el uso y vida de la batería, ya que es el elemento que más sufre envejecimiento en los dispositivos móviles, factores tan simples como las temperaturas elevadas, las velocidades de carga y de descarga hacen que la vida útil de la batería disminuya constantemente.

Para tal fin se realizarán la ejecución múltiple técnicas, tales como encuestas escritas, diagnóstico de las baterías de algunos Smartphone y con la información obtenida se llevará a cabo el respectivo análisis de la información obtenida, y así lograr cuantificar y observar detalladamente los aspectos más relevantes en la vida útil de la de la batería del Smartphone.

La batería es uno de los elementos más comunes de encontrar en dispositivos móviles, ya sea un Smartphone, tableta o inclusive computadoras, gracias a estos elementos, se puede hacer uso de un sin número de aparatos que requieren una alimentación portable para así brindar energía y realizar sus ciclos de funcionamiento, ya sea uno u otro el uso que tengan, todos estos dispositivos requieren almacenar energía para ser empleada más adelante.

Haciendo énfasis en la batería del Smartphone, la definimos como el elemento fundamental, o principal en los dispositivos móviles puesto que es el instrumento que permite el uso de los dispositivos móviles, por ellos es de suma importancia tener el respectivo cuidado de esta, ya que independientemente la tecnología o gama que sea el dispositivo, un mal funcionamiento del mismo puede desencadenar una lista de fallas, tanto en la batería como en el celular, tales como el envejecimiento acelerado de la batería, recalentamiento del dispositivo, entre otros.

## Marco de referencia

El nombre de pila o batería se refiere a todos los dispositivos que generan una corriente continua a partir de una reacción química, aunque existen diferencias entre ellos: celdas voltaicas (primarias y secundarias), pilas eléctricas, acumuladores, baterías y pilas de combustible (Institute and Museum of the History of Science, 2010) cuya creación se remonta al año 1980, para el caso en concreto de estudio, nos centraremos en las baterías de iones de litio, que son las que actualmente son protagonistas en el mercado global, siendo uno de los actores principales de este, el Smartphone.

## Batería

Según Mariana Vega, se describe en general, como un elemento fundamental de cualquier dispositivo móvil, el cual provee de energía al dispositivo para así poder funcionar, a continuación, se describe brevemente los tipos de baterías que existen en smartphones y de igual forma se mencionan algunas que ya no se encuentran presentes. (Vega, 2015)

## Baterías de Niquel-Cadmio (NiCd)

Este tipo de baterías son consideradas las primeras que se utilizaron cuando comenzaron a desarrollarse los dispositivos móviles, por lo que es comprensible que su vida útil fuera tan corta, ya que no se tenía el suficiente conocimiento para crear una que durara más tiempo.

Por esta razón, es que su vida se limitaba a 1,500 ciclos de carga, lo que además de hacerla ineficaz, la hacía peligrosa, puesto que contaba con elementos contaminantes

(Cadmio) que dañaban al medio ambiente. Esta también fue una de las principales razones del por qué se sacó del mercado, tanto doméstico como industrial.

De igual manera, la NiCid tenía el “efecto memoria”, un problema común que involucra los químicos con los que se realizan las baterías y que provoca que una vez cargada la batería (100%), se descargue a los pocos minutos de uso.

Este efecto sucede porque los elementos químicos, que generan la corriente, se comienzan a cristalizar dentro de la pila, provocando que se deteriore de la capacidad de carga y por supuesto, la vida de las baterías.

Sin embargo, se les tomó como base para crear nuevas y mejoradas pilas que fueran mucho más duraderas, útiles, menos contaminantes y poco propensas al “efecto memoria”.

### Baterías de Niquel-Metal Hidruro (NiMH)

Con el fin de mejorar las baterías y tras observar los efectos negativos que las baterías de Cadmio provocaban en el ambiente, se sustituyó este elemento por el Metal Hidruro, para que fuera menos tóxico y más útil, porque al ser remplazado, se tuvo un mejor rendimiento que prolongaba el tiempo de duración aumentando un 30% comparadas con las NiCid.

Pero las mejoras eran pocas, porque realmente los ciclos de carga seguían siendo insuficientes para las constantes actividades que realizaban las personas en sus celulares, por lo tanto, se optó por cambiarlas e incluir otro componente, que tuviera el mismo cuidado hacia el ambiente, sólo que con más ciclos.

### Baterías de iones de Litio

Este tipo de batería es el más utilizado en la actualidad, no sólo en los teléfonos, sino también en las laptops, cámaras y consolas portátiles, porque el Litio resulta ser una pieza mucho más liviana y duradera que el Metal Hidruro.

Gracias al alto almacenamiento de carga, el usuario puede conectar su celular cuando pueda, porque su proceso de carga se divide en dos:

Fase de carga rápida: Llega hasta a un 80%

Fase de carga lenta: Conforme pasa el tiempo, el 20% restante se vuelve más tardado porque ya se tiene un porcentaje alto de pila.

### Materiales usados en la fabricación

La mayoría de los teléfonos usan, además, baterías de ion litio, compuestas por óxido de litio (Li), cobalto (Co) y grafito dentro de una cubierta de aluminio (Al).

Los componentes electrónicos están hechos de silicio (Si), fósforo (P), galio (Ga), antimonio (Sb) y arsénico (As), soldados con plomo (Pb) y estaño (Sn).

Destacando la presencia de iones de litio, los cuales hacen las veces del litio, tras procesos bioquímicos que optimizan su manipulación. (Soler, 2017)

### Desechos Electrónicos

Gráfico 1. El problema de la basura electrónica



Fuente. UIT Global Monitor E-Waste

En el año 2018 se produjeron 48,5 millones de toneladas de basura, de los cuales solo se pudo eliminar adecuadamente un 20% los desechos según la investigación realizada por UIT Global Monitor E-Waste, para lo cual paralelamente se evidencia la falta de interés de los gobiernos mundiales, por darle el destino final adecuado a estas materias, dados los costos de tratamiento y reutilización versus los costos de explotación de minas o fabricación de la materia prima de primer uso, siendo el segundo de estos, hasta un 53% menos costoso, a pesar de los más de US\$62.500 millones al año en materiales preciosos como lo son el oro, cobre y hierro, según datos de 2016 correspondientes al informe Global E-waste Monitor.

(Global E-Waste Monitor, 2017)

## Huella de Carbono

Según, García (2018) “la huella de carbono se define como un indicador que permite medir el nivel de emisión de gases que se emiten a la atmosfera y al planeta, traducidos en efecto invernadero que afectan la vida del medio ambiente en cuestión.” (p1), en el estudio elaborado por la Facultad de Ingeniería y Ciencias Físicas de la Universidad de Surrey en 2015, un solo Smartphone produce 95 kilos de CO2 en su vida útil, que se estima es de dos años antes de ser desechado por su propietario para comprarse uno nuevo. Si se tienen en cuenta lo que dicen fuentes del sector, que solo en el año 2017 se vendieron en España alrededor de 15,5 millones de teléfonos inteligentes, Se ha calculado que en esos dos años de vida todos estos móviles serán responsables de la emisión de 1,4 millones de toneladas de CO2.

“En una década los niveles de dióxido de carbono producidos por los teléfonos móviles han aumentado y todas las previsiones señalan que en los próximos veinte años la huella de carbono de estos dispositivos en el mundo supondrá un 14% del total. Una cifra preocupante ya que representa la mitad de lo que en la actualidad emite toda la industria del transporte que es uno de los mayores responsables de la emisión de CO2 a la atmósfera”

(García, 2018)

Esto llevado a escala mundial se traduce en una cifra estratosférica de cerca de 100 millones de toneladas de

CO2 cada dos años, suponiendo el número de unidades vendidas no aumente un año a otro, lo cual es imposible.

## Metodología

### Problema

#### ¿Existen los malos hábitos del consumo de energía?

Entorno a lo sugerido, se desarrolla la recolección de datos, teniendo, a los hábitos de uso, como eje central de lo que se desea determinar.

### Datos

La recolección de la información se realizó, mediante encuesta, y lectura de datos de uso, directamente desde los smartphones en la población de interés, siendo así los datos obtenidos de la encuesta realizada, fueron de un total de 476 personas, habitantes de la ciudad de Bogotá.

El objetivo de la adquisición de la información, es responder a tres ítems.

1. Hábitos de uso
2. Hábitos de consumo
3. Conciencia ahorro de energía

Esto teniendo en cuenta que, según (Portafolio y DANE) la población de la ciudad que cuenta con smartphones, asciende a un número de 2.410.000.

(DANE, 2018)

(Portafolio, 2018)

## Desarrollo metodológico

### Alcance y objetivo del estudio

El estudio buscó establecer como objetivo, la definición del impacto en la huella de carbono que generan los smartphones entorno al uso de la batería y sus hábitos de carga.

Para la definición del alcance se describió el tamaño de la muestra, la muestra y calidad de los datos para los cuales se responde con confianza la pregunta problema.

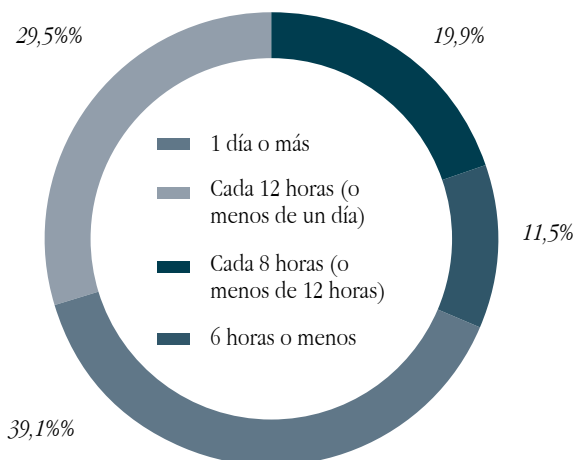
## Resultados

En esta etapa se analizaron los resultados obtenidos de la encuesta “Hábitos de consumo - Smartphone”, se resaltaron los diferentes tipos de comportamientos, acerca del cuidado y vida útil de las baterías.

### Hábitos de uso

#### Frecuencia de carga de la batería

Gráfico 2. Frecuencia de carga de la batería



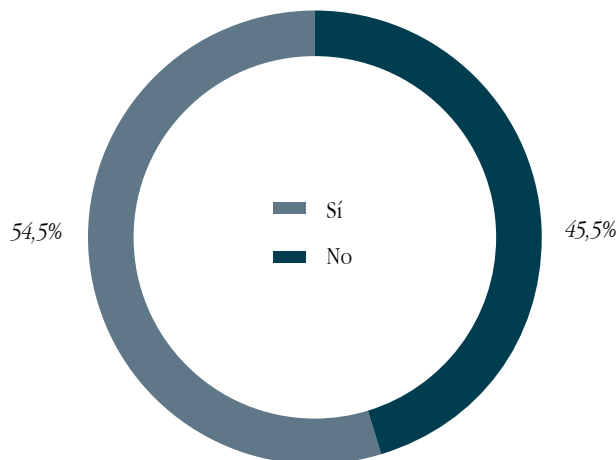
Fuente. Elaboración propia

Un 39,1% de los encuestados cargan su celular por lo menos una vez al día o más, el 29,5% acostumbra a cargar su celular cada doce horas o menos de un día, un 19,9% considera cargarlo cada ocho horas o menos de doce horas y tan solo un 11,5% seis horas o menos.

#### Batería conectada a la red permanentemente durante la noche

Un porcentaje mayor al de la mitad manifestó cargar la batería de su smartphone toda la noche y el restante

Gráfico 3. Carga la batería toda la noche

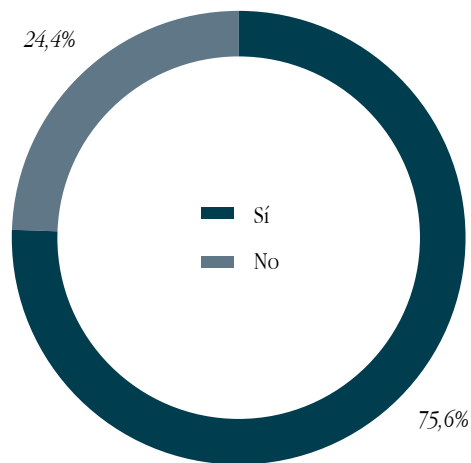


Fuente. Elaboración propia

de la población encuestada 45,5% no cargan su celular toda la noche.

#### Uso del smartphone simultaneo a carga la batería

Gráfico 4. Uso del smartphone simultaneo a carga de batería

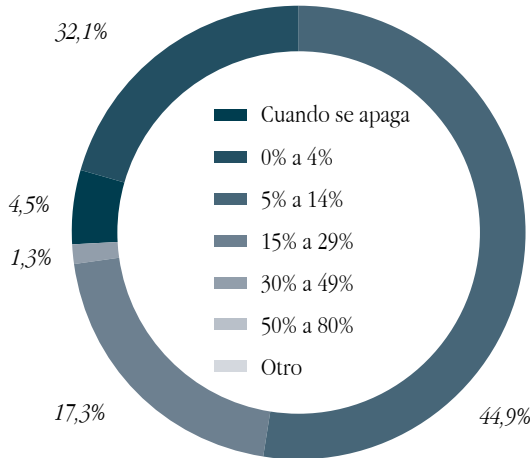


Fuente. Elaboración propia

La mayoría de personas 75,6% hacen uso del dispositivo mientras este se encuentra cargando, mientras que tan solo un 24,4% dispone la batería a cargar sin ningún altercado.

## Porcentaje de batería a partir del cual carga la batería

Gráfico 5. Porcentaje de inicio de carga



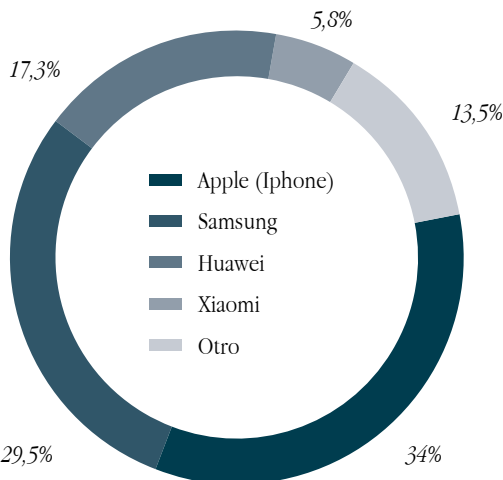
Fuente. Elaboración propia

Gran parte de la población 44,9% considera cargar su celular en un rango entre el 0% y 4%, y el 32,1% considera cargarlo entre el 5% y el 14%, un 17,3% de la población carga su celular entre un 15% y 29% de nivel de carga, un 4,5% carga sus celulares cuando ya su batería se ha agotado y tan solo un 1,3% carga su celular en un rango del 30% a 49%.

## Hábitos de consumo

### ¿Qué marca de Smartphone tiene?

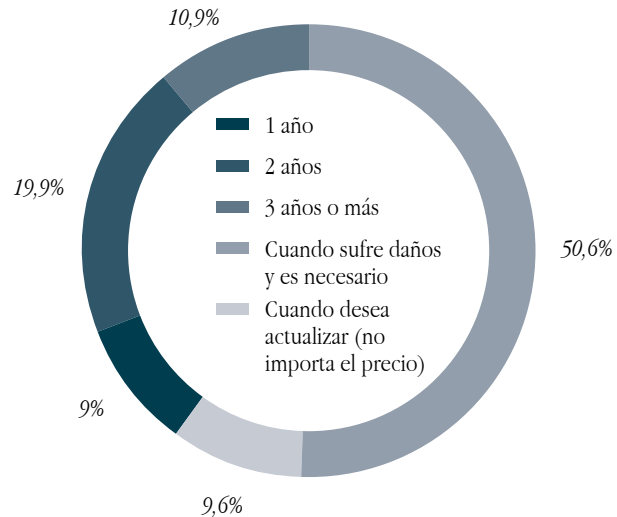
Gráfico 6. Marcas dominantes



Fuente. Elaboración propia

Un 34% de la población encuestada tiene un Smartphone marca Apple (Iphone), el 29,5% tiene Samsung, y el 17,3% son de Huawei, por otro lado, un 13,5% tiene marcas de celulares diferentes a las sugeridas y tan solo el 5,8% posee dispositivos móviles marca Xiaomi.

Gráfico 7. Frecuencia de cambio de smartphone



Fuente. Elaboración propia

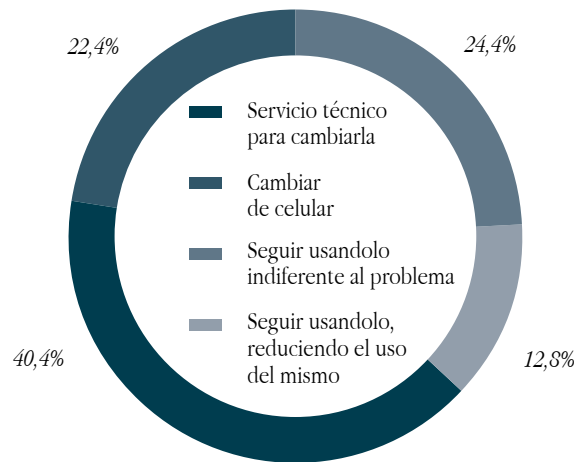
### Frecuencia de cambio de terminal móvil

Por lo menos la mitad de la población dice cambiar su dispositivo móvil cuando sufre daños y es necesario cambiarlo, 19,9% de encuestados considera el cambio a los dos años de uso, un 10,9% considera que, a los tres años de uso, el 9,6% de encuestados cambia de celular cuando desea sin importar su costo y tan solo el 9% considera optimo cambiarlo una vez al año.

### Acción a batería presentando fallas

Gran parte de la población 40,4% presta atención al estado de su batería y considera asistir a servicio técnico especializado cuando esta esté fallando, un 22,4% cambia de celular cuando la batería empieza a fallar, un 24,4% de encuestados no le genera gran importancia el daño y proceden a seguir usando el dispositivo indiferente al problema, y tan solo un 12,8% ignora el problema, pero reduce el uso del dispositivo.

**Gráfico 8.** Acción a batería que falla



Fuente. Elaboración propia

### Salud de la batería

En la recopilación de la información en cuanto al porcentaje de vida útil de los teléfonos, se concluyó que el promedio es de 83%.

Esto indica una salud deteriorada de las baterías.

### Discusión de resultados

La actividad de carga y descarga de los dispositivos móviles es conocida como ciclo de carga, a medida que los teléfonos móviles envejecen estos van disminuyendo su capacidad de ciclos de carga o vida útil, conforme estos ciclos de carga se van agotando la duración de la batería es menor y esto influye directamente en el consumo de energía por parte del usuario.

Los encuestados manifiestan que cargan sus dispositivos cada ocho a doce horas en su mayoría, teniendo en cuenta que un teléfono nuevo debería tener frecuencias de carga mayores a doce horas podemos interpretar esto como que la mayoría de smartphones tiene baterías desgastadas o viejas, esto repercute de manera directa en los tiempos y frecuencias de carga, y lógicamente en un mayor consumo de energía; Por otra parte, más de

la mitad de los encuestados dicen cargar la batería su celular toda la noche, esto golpea la vida útil de la batería dado que se carga y se descarga el teléfono conforme avanza la noche, de igual manera es un agravante para la vida óptima del terminal móvil ya que a futuro, se deben tomar decisiones ya sea la de cambio de dispositivo o cambio de la batería impactando en la huella de carbono de manera más severa.

De igual forma usar el dispositivo móvil simultaneo esta carga, hace que la batería se caliente y este disminuya su vida útil afectando de nuevo al consumo energía.

Se concluye que las personas tienen malos hábitos de uso de sus baterías, afectando la vida útil de la misma e indirectamente aumentando la cantidad de CO2 emitida.

En cuanto hábitos de consumo caber resultar una conciencia indirecta que tienen los consumidores respecto al consumo de tecnología, inclinando a renovar su smartphone en periodos de tiempo mayores a dos años en su mayoría y adoptando herramientas de disminución de consumo de energía del dispositivo.

A continuación, se hace desglose de los resultados de la encuesta y revisión de equipos en contraste a los gases (Gases de efecto invernadero), que pueden emitir.

La anterior tabla corresponde al estimado de CO2 emitido a la atmosfera a lo largo de la vida útil o lo que queda de ella, conservando los hábitos de consumo descritos en los resultados de la encuesta.

**Tabla 1.** Gases efecto invernadero emitidos por los smartphones de los habitantes de Bogotá.

Vida útil Batería	CO2 emitido	Cantidad de baterías	CO2 emitido Subtotal
90% - 100%	65 kg	703.285	45.714 Ton
80% - 89%	69 kg	754.213	52.040 Ton
50% - 79%	75% kg	952.602	71.445 Ton
<b>Total</b>		<b>2'410.100</b>	<b>169.199 Ton</b>

Fuente. Elaboración propia, Según la información levantada, se estima que existen 703.285 baterías de Smartphones en condición de vida útil entre 90% y 100%. 754.213 baterías de Smartphones en condición de vida útil entre 80% y 89% 952.602 baterías de Smartphones en condición de vida útil entre 50% y 79%.

## Limitaciones

La presente investigación fue obtenida bajo los datos de una sola encuesta, donde el uso de las baterías en los dispositivos móviles fue nuestro enfoque principal, a la hora de observar el impacto en la huella de carbono.

Existen muchos más componentes los cuales generan impacto a la huella de carbono, pero no fueron tenidos en cuenta, ya que lo que se deseaba era basarse en las baterías de litio y su impacto ambiental.

## Recomendaciones

Es de suma importancia conocer a fondo los factores que influyen en el incremento de la huella de carbono, identificar que tanto impacto tienen los diferentes componentes químicos a la hora de producir los diferentes gases del efecto invernadero. En el caso de esta investigación generar conciencia y dar recomendaciones acerca de los hábitos de manejo de los dispositivos móviles, de manera más específica las baterías, dándoles un mejor cuidado, identificando sus niveles de carga necesarios y así mismo buscar maneras más óptimas de alargar la vida útil de esta, ya que este es uno de los componentes que más incrementa la huella de carbono.

## Referencias

- [1] DANE. (2018). Informe Anual Habitantes. Bogotá: DANE. F. (s.f.).
- [2] Garcia, C. (2018). En 20 años la huella de carbono de nuestros smartphones supondrá un 14% del total. Ciencias Ambientales, Virtual Web.
- [3] Global E-Waste Monitor. (2017). Climate Change. Ginebra: ISWA.
- [4] Institute and Museum of the History of Science. (2010). Electric Batterie. Filadelfia, Pensilvania, EEUU.
- [5] Portafolio. (2018). Número de celulares inteligentes en el país aumentó 50% en el último año. Portafolio, Edición Virtual.
- [6] Soler, J. D. (22 de Enero de 2017). Fabricación de Smartphones. El Tiempo, pág. Virtual.
- [7] Universidad Austral de Chile. (22 de 01 de 2018). Bosques PROcarbono UACH. Obtenido de [https://www.uach.cl/procarbono/huella\\_de\\_carbono.html](https://www.uach.cl/procarbono/huella_de_carbono.html).
- [8] Vega, M. (2015). UNOCERO. Obtenido de UNOCERO.

---

## Los Autores



### Nicolas Alfonso Hernández Perdigón

Estudiante de Ingeniería Electrónica de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Investigador del Semillero de Emprendimiento de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

Técnico Electricista de el Instituto Técnico industrial Francisco José de Caldas.



### Camilo Andrés Rojas Pardo

Profesor del programa de Administración de Empresas de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito y hace parte del grupo de investigación Empresas y Emprendimientos de Base Tecnológica.