

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO**

**BENEDICTO XVI**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN CARGADOR SOLAR PARA  
DISPOSITIVOS MÓVILES Y SU IMPACTO EN LA HUELLA DE  
CARBONO DE EQUIVALENTE ELÉCTRICO HUANCHACO - 2023**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL EN  
INGENIERÍA AMBIENTAL**

**AUTOR**

Bach. María del Carmen Quilcate Abanto

**ASESOR**

Mg. Fernando Arístides Saldaña Milla

<https://orcid.org/0000-0002-7274-6974>

**LINEA DE INVESTIGACIÓN**

Procesos Ambientales y Sostenibilidad

**TRUJILLO-PERÚ**

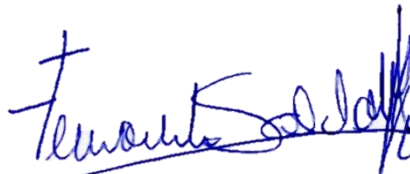
**2023**

## DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería:

Yo Mg. Fernando Arístides Saldaña Milla con DNI N° 18135414, que estuve a cargo de la supervisión y asesoría del trabajo de investigación: “**DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN CARGADOR SOLAR PARA DISPOSITIVOS MÓVILES Y SU IMPACTO EN LA HUELLA DE CARBONO DE EQUIVALENTE ELÉCTRICO HUANCHACO – 2023**” desarrollado por el bachiller **María del Carmen Quilcate Abanto** con DNI N° 60490504, egresado del Programa Profesional de Ingeniería Ambiental, considero que dicho trabajo de titulación reúne los requisitos tanto técnicos como científicos y corresponden con las normas establecidas en el reglamento de titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en la normativa para la presentación de los trabajos de titulación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por la comisión de la clasificación de designada por el Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.



Mg. Fernando Arístides Saldaña Milla

DNI 18135414

## **AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**Monseñor Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.**

Fundador y Gran Canciller de la UCT Benedicto XVI

**Dra. Mariana Geraldine Silva Balarezo**

Rectora (e) y Vicerrectora Académica

**Dra. Ena Cecilia Obando Peralta**

Vicerrectora de Investigación

**Mg. Ing. Breitner Guillermo Díaz Rodríguez**

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

**Dra. Teresa Sofía Reátegui Marín**

Secretaria General

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mi madre, quien ha sido mi mayor fuente de inspiración y apoyo a lo largo de mi vida. Su amor incondicional, sabiduría y sacrificio han sido fundamentales en mi camino hacia la realización de este proyecto académico. Gracias, mamá, por estar siempre presente, por creer en mí y motivarme a alcanzar mis metas. Tu ejemplo de fortaleza, perseverancia y dedicación me ha enseñado el valor del esfuerzo y la importancia de nunca rendirme. Esta tesis es un testimonio de tu amor y dedicación hacia mí, y espero que sea un reflejo de tu orgullo y satisfacción. Te amo profundamente y siempre estaré agradecida por todo lo que has hecho por mí.

*La Autora.  
María del Carmen Quilcate Abanto*

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me brindaron su apoyo y orientación durante la realización de esta tesis. Su contribución ha sido fundamental para el éxito de este trabajo

Agradezco de manera especial a mi tutor Mg. Ing. Fernando Saldaña Milla por su paciencia, dedicación y valiosos consejos a lo largo de este proceso

Deseo reconocer el apoyo brindado de la Ing. Maria Fernanda Tanta Castro, quien me ha animado y motivado en cada etapa de esta investigación.

*La Autora.*  
*María del Carmen Quilcate Abanto*

## ÍNDICE

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD .....	ii
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. METODOLOGÍA.....	33
<b>2.1. Enfoque .....</b>	<b>33</b>
<b>2.2. Diseño de Investigación.....</b>	<b>33</b>
<b>2.3. Población, muestra y muestreo .....</b>	<b>34</b>
<b>2.4. Técnica e instrumentos de recojo de datos.....</b>	<b>34</b>
<b>2.5. Técnica de procesamiento y análisis de información .....</b>	<b>40</b>
<b>2.6. Aspectos éticos en investigación .....</b>	<b>41</b>
III. RESULTADOS.....	42
<b>3.1. Determinar los parámetros eléctricos de un dispositivo móvil de gama media. ....</b>	<b>42</b>
<b>3.2. Diseñar y elaborar un cargador solar para dispositivos móviles de gama media ....</b>	<b>42</b>
<b>3.3. Determinar la Radiación solar en el distrito de Huanchaco .....</b>	<b>46</b>
<b>3.4. Cuantificar el impacto en la huella de carbono de equivalente eléctrico de un dispositivo móvil de gama media en el distrito de Huanchaco. ....</b>	<b>48</b>
IV. DISCUSIÓN .....	50
V. CONCLUSIONES .....	53
VI. RECOMENDACIONES.....	54
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
ANEXOS .....	59

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Factores de emisión de emisión de GEI para consumo de energía eléctrica del SEIN .....	39
<b>Tabla 2.</b> Horas y veces de carga por año del dispositivo móvil de gama media.	40
<b>Tabla 3.</b> Parámetros eléctricos .....	45
<b>Tabla 4.</b> Pérdidas eléctricas en cada circuito .....	45
<b>Tabla 5.</b> Parámetros solares promedios de Irradiación Solar en el distrito de Huanchaco .....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Símbolo de la corriente eléctrica.....	21
<b>Figura 2.</b> Ley de Ohm.....	22
<b>Figura 3.</b> Aplicación de la ley de voltaje de KIRCHHOFF a un circuito de cd en serie.....	24
<b>Figura 4.</b> Diseño de cargador 1 .....	26
<b>Figura 5.</b> Esquema eléctrico de un cargador solar.....	27
<b>Figura 6.</b> Circuito de un solo lazo con dos resistores en serie.....	27
<b>Figura 7.</b> Diodo zener y su símbolo .....	28
<b>Figura 8.</b> (a) Regulador zener básico. (b) Circuito práctico.....	29
<b>Figura 9.</b> Integrado 7805 .....	30
<b>Figura 10.</b> Diagrama del regulador LM2506.....	30
<b>Figura 11.</b> Irradiación global horizontal en el norte del Perú.....	31
<b>Figura 12.</b> Esquema resumen del proceso metodológico en la investigación ....	33
<b>Figura 13.</b> Ejemplo grafico de circuito de regulación por divisor de tensión ....	34
<b>Figura 14.</b> Ejemplo grafico de circuito de regulación con diodo Zener.....	36
<b>Figura 15.</b> Ejemplo grafico de circuito de regulación con integrada 7805 .....	37
<b>Figura 16.</b> Ejemplo grafico de circuito de regulación a base de XL 4005 .....	37
<b>Figura 17.</b> Visor de National Solar Radiation Database (NSRDB) .....	38
<b>Figura 18.</b> Radiación solar en el distrito de Huanchaco en el visor NSRDB .....	39
<b>Figura 19.</b> Plataforma de Tinkercard.....	40
<b>Figura 20.</b> (a) Ejemplo de las mediciones realizadas de los diferentes circuitos. (b) Circuito 3: integrado 7805 .....	41
<b>Figura 21.</b> Simulación de Circuito 1 (Circuito con divisor de tensión) en el programa online Tinkercard .....	42
<b>Figura 22.</b> Simulación de Circuito 2 (Circuito de regulación con diodo Zener) en el programa online Tinkercard .....	43
<b>Figura 23.</b> Simulación de Circuito 3 (Circuito de regulación con integrado 7805) en el programa online Tinkercard.....	44
<b>Figura 24.</b> Simulación de Circuito 4 (Circuito de regulación con XL4005) en el programa online Tinkercard .....	44
<b>Figura 25.</b> Irradiancia media diaria del mes de julio del 2023 - PVGIS 5.2 .....	47
<b>Figura 26.</b> Irradiancia media diaria del mes de agosto del 2023 - PVGIS 5.2... ..	47



Figura 27. Huella de carbono del uso de un dispositivo móvil de gama media por año .....	48
<b>Figura 28.</b> Huella de carbono del uso de un dispositivo móvil de gama media por año a nivel del distrito de Huanchaco.....	48

## RESUMEN

Esta investigación analiza el diseño y desarrollo de un cargador solar para dispositivos móviles y evalúa su impacto en la huella de carbono. Explora el uso de la energía solar como fuente de carga para reducir el consumo de electricidad y mitigar el impacto ambiental. El estudio incluye investigaciones realizadas en varios países, destacando la eficiencia y los beneficios ambientales de los cargadores solares. El artículo también cubre parámetros eléctricos, análisis de circuitos, cálculo de la huella de carbono y el proceso de diseño de un cargador solar. Los resultados de la investigación demuestran el impacto ambiental positivo del cargador solar, ya que reduce las emisiones de carbono y proporciona soluciones de carga rentables.

Palabras Clave: *Cargador Solar, Panel Solar, Huella de Carbono, Energía Eléctrica*

## **ABSTRACT**

This research analyzes the design and development of a solar charger for mobile devices and evaluates its impact on the carbon footprint. It explores the use of solar energy as a charging source to reduce electricity consumption and mitigate environmental impact. The study includes research conducted in several countries, highlighting the efficiency and environmental benefits of solar chargers. The article also covers electrical parameters, circuit analysis, carbon footprint calculation and the design process of a solar charger. The research results demonstrate the positive environmental impact of the solar charger by reducing carbon emissions and providing cost-effective charging solutions.

*Keywords: Solar Charger, Solar Panel, Carbon Footprint, Electric Power, Solar Charger, Solar Panel, Carbon Footprint.*

## I. INTRODUCCIÓN

La huella de carbono (HC), las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el calentamiento global, en estos días son términos que reciben mucha atención e importancia en todo el mundo siendo el área digital la que se ha destacado que es el principal causante de gases como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), en particular, se ha prestado poca atención a la huella de carbono de los productos electrónicos personales como los celulares por la creencia de que los productos electrónicos pequeños causarán menos problemas ambientales durante su vida útil (Yung et al., 2018).

Los estudios tradicionales de cálculo de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) usan métodos con algoritmos lineales los que tienen que ver con el consumo eléctrico a gran escala ignorando los posibles efectos de los modelos no lineales de la energía (Mynko et al., 2022) relacionados con equipos de consumo reducido, así mismo, por ejemplo el teléfono móvil medio emite 55 kg de dióxido de carbono en todos estos procesos de fabricación a primera vista, esto puede parecer un número pequeño, pero se convierte en enorme cuando lo multiplicas por 1 550 millones de teléfonos inteligentes vendidos en todo el mundo cada año y si nos enfocamos en el consumo eléctrico que genera diariamente para funcionar estas cifras siguen incrementando (Zhiyi et al., 2017).

El uso de los celulares se ha incrementado debido a la pandemia generando su inclusión en las actividades diarias de los jóvenes (Júdice et al., 2021), además la cantidad de teléfonos celulares se ha incrementado debido a que muchos jóvenes sin vivienda propia tratan de satisfacer su necesidad de posesión de un bien con el hecho de tener teléfonos celulares (Tyler & Schmitz, 2017), así mismo también se observa un incremento en la cantidad de teléfonos celulares entre los jóvenes universitarios y escolares que por las actividades académicas necesitan estar conectados, generando de esta manera el incremento proporcional del

consumo eléctrico en los hogares y espacios públicos de las universidades, bibliotecas o colegios (Comulada et al., 2016).

La electricidad es tan esencial que prácticamente no se puede vivir sin ella, es necesaria para realizar actividades diarias y mantenerse en contacto, por ejemplo, los teléfonos móviles funcionan con electricidad para activarlos, la electricidad debe ser generada y por las leyes eléctricas el consumo eléctrico se calcula mediante la potencia eléctrica del dispositivo, que es la relación de la energía por unidad de tiempo, lo que significa que el porcentaje de energía es suministrada por el producto en un espacio de tiempo definido mientras se encuentre en uso (Olivares, A.,2018).

La tecnología ha ido desarrollándose cada vez más con el paso del tiempo, permitiendo que el ser humano pueda aprovechar los recursos naturales a disposición, es decir, por ejemplo se puede aprovechar la energía solar para actividades cotidianas como cargar un celular, así mismo las celdas de los paneles solares pueden integrarse como cargadores portátiles para teléfonos móviles o cubrir con éstos, las ventanas para captar la energía solar de todo el edificio, usando la radiación solar, se implementa de manera fácil y económica ya que actualmente los materiales son de bajo costo, y existe la tecnología suficiente como para la implementación de cargadores solares que emplean un circuito simple y se puede realizar de manera sencilla (Dridi et al., 2022).

En el año 2019, según el Ministerio de Energía y Minas, aproximadamente 500 mil hogares no contaban con energía eléctrica, manteniéndose incomunicados y en muchas oportunidades recibiendo información limitada sobre la actualidad en el país y el mundo impidiendo de esta manera su crecimiento como sociedad, en estos días la tecnología permite aprovechar la energía solar, por su costo, accesibilidad y contribución a la mitigación del impacto ambiental, permite el desarrollo del sistema educativo mediante el uso de dispositivos móviles, para los que se emplean cargadores solares portátiles creando un mejor ritmo de vida y el aprovechamiento de los recursos naturales. (Olano, S. y Pérez, A. 2019).

El sacar provecho al medio ambiente a través del uso de la tecnología, como lo es el uso de un cargador solar portátil genera muchas ganancias; en lo social, contribuye con la mitigación del cambio climático debido a la disminución de contaminación por baterías; en lo ambiental, mitiga la huella de carbono; en lo teórico, ayuda al cálculo de la HC de celulares, mediante la cantidad de CO<sub>2e</sub> y en lo práctico, busca mitigar el consumo eléctrico de celulares. Por lo tanto, la importancia en la cuantificación de la mitigación de la HC por el uso de cargadores solares debe tenerse presente, lo que generara la siguiente pregunta ¿Cuál es el impacto en la huella de carbono de equivalente eléctrico de un cargador solar?

Se han llevado a cabo algunas investigaciones a nivel internacional que colaboraron en la recopilación de información, recolección de datos, diseño del cargador, entre otros aspectos. Estos estudios han sido fundamentales para el desarrollo de la investigación actual, y a continuación se detallan:

La investigación realizada en México por (González et al., 2019) indica el procedimiento de realización en un sistema de carga de batería de iones de litio mediante la implementación de una solución modular electrónica utilizando paneles solares de 20 W; a través de varias pruebas en el laboratorio y en el campo, es posible lograr un sistema modular eficiente que mantenga una tensión de red de 3,3 V. a 150 mA de carga (consumo de energía aproximado del nodo sensor utilizado) por más de 72 horas con radiación solar. Se concluye que es posible alimentar continuamente los sensores trampa instalados en Tibería con un panel solar para detectar las *Triatoma infestans*, que es el objetivo principal de este trabajo.

Según la investigación realizada en Ecuador por (Mendoza, 2019) plantea implementar un sistema de carga móvil que se realiza mediante la recepción de ondas electromagnéticas, luego se realizan estudios preliminares de la energía electromagnética disponible en diferentes ambientes de Latacunga, Al medir los campos eléctricos y magnéticos en cada punto, el sistema consiste en un conjunto de antenas planas que reciben ondas electromagnéticas de WiFi, redes celulares e IMT, las convierten en energía eléctrica de alta frecuencia y luego utilizan el

multiplicador de voltaje Villard. para amplificar este voltaje. y arreglarlo para finalmente salvarlo. en baterías que se utilizarán para cargar dispositivos móviles.

Según la investigación realizada en Argentina (Rocabado et al., 2017) plantean realizar una iniciativa tecnológica que permite la entrada Informar digitalmente a docentes y alumnos de escuelas rurales mediante el uso de dispositivos móviles de bajo consumo energético y el uso de la primera réplica de un cargador solar de dimensiones y peso limitado para cargar la batería. Esta iniciativa se basa en: (a) un método para determinar la intensidad energética de aplicaciones móviles no rutinarias en áreas rurales; b) el primer modelo de cargador solar portátil que agregó una placa Arduino para interactuar con el dispositivo móvil; y c) dispositivo móvil GIRaSol. aplicación (Smart Solar Charge Manager) que gestiona la comunicación entre el teléfono móvil y la placa de carga Arduino, concluyendo que el primer modelo presentado muestra a resolver esta carencia con una iniciativa sostenible de bajo precio, realizando uso de elementos económicos y energía renovable.

Según la investigación realizada en Ecuador por (Millán y Vaca, 2017) para realizar este proyecto se ha llevado a cabo una averiguación de los primordiales beneficios del consumo de cargadores solares y su efecto ambiental además se evaluó la forma de obtener los cargadores solares a proveedores de todo el mundo especialmente compañías chinas, de igual manera se indagó sobre los costos y precios de importación de dicho producto, el análisis de mercado ha sido llevado a cabo mediante encuestas y entrevistas a 384 personas comprobando que la venta de cargadores solares portátiles en la urbe de Guayaquil va a poder tener buena acogida.

Con base en la investigación efectuada en Argentina por Rocabado (2020), se ha concebido un modelo y enfoque para describir, reducir y mejorar la eficiencia energética de dispositivos móviles, con el propósito de hacer más accesible su utilización en regiones rurales apartadas, aprovechando la energía solar disponible en el entorno. Se optó por llevar a cabo el trabajo experimental en escuelas rurales aisladas, ya que estas instituciones representan a la sociedad y ofrecen un entorno propicio para la ejecución de la investigación.

Según la investigación realizada en USA (Das y Mao, 2020) plantean una metodología de análisis en la que se espera obtener la huella de energía a nivel global, generada en dispositivos que están conectados al internet (celulares, computadoras, Tablets, entre otros) para ello utilizan los pronósticos de mercado aptos en los 3 niveles de los circuitos integrados: sensores, fabricación y uso operativo, obteniendo así los impactos en la huella de carbono que deja el uso total de estos, concluyendo así que el uso de esta metodología es accesible para estimar la huella energética de los aparatos electrónicos a nivel global.

En la presente investigación realizada en Colombia por Saborío- Corea, M. F. (2019) plantea la aplicación de un sistema eléctrico que permitirá cargar dispositivos móviles con paneles fotovoltaicos, por ello el investigador ha diseñado una instalación de energía eléctrica móvil para alimentar la estación de carga empleando energía solar con un panel fotovoltaico para cargar la batería del teléfono móvil a través de un enchufe USB para carga lenta, se obtuvo como resultado que el dispositivo móvil tardará 65 min. a cargar un 12% de batería en una temperatura constante de 29 °C, concluyendo que este circuito permite el aprovechamiento de la radiación solar a través de los paneles fotovoltaicos contribuyendo a la mitigación de CO<sub>2</sub>.

La presente investigación realizada en Colombia por Gutiérrez Alvarez, J. (2021) plantea realizar un modelo que permita cuantificar la huella de carbono generada por los jóvenes universitarios al realizar sus actividades cotidianas (marketing digital), para ello se emplea un diseño metodológico en el que se selecciona una muestra de estudiantes, una unidad de análisis, variable o categoría, modelo de investigación, diseño de la investigación, recolección de datos y un análisis de datos, se obtiene el resultado en kg CO<sub>2</sub> año/persona mediante una tabla en la que se observa que la huella de carbono tiene relación con las aplicaciones y el tiempo que emplean el dispositivo móvil, finalmente se concluye que existen diferentes estrategias para poder disminuir la huella de carbono en la institución, así mismo se comprueba que mediante la metodología empleada se logró medir la cantidad de kg CO<sub>2</sub> al año por persona.

De la misma manera se recopiló información de investigaciones de fuentes



nacionales, como:

Según la investigación realizada en Jaén (Mancilla & Pardo, 2020) plantea diseñar un sistema para cargador solar, para este proyecto se opta por un seguidor solar de 2 ejes el cual continuamente va a estar orientado perpendicularmente hacia los relámpagos del sol, así mismo se ha verificado la efectividad del equipamiento desarrollado para poder hacer que el panel solar se encuentre continuamente va a estar orientado perpendicularmente hacia los relámpagos del sol con el objeto de que se aproveche para crear la más grande proporción de energía viable.

Según la investigación realizada en Ica (Cornejo, 2017) plantea enseñar sobre la decisión de la huella de carbono se hizo conocer la proporción de generación de GEI en una organización educativa, la cual ha sido captada como muestra para poder deducir los resultados, siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ISO 14064, se está incorporando criterios e indicadores de manejo ambiental lo cual dejará una reducción de la huella de carbono así como el ahorro económico institucional y poder conducir a la meditación de pensamientos en la sociedad educativa.

De acuerdo con el estudio llevado a cabo en Junín (García y Peñuela, 2019), se llevó a cabo la implementación y uso de un sistema de paneles solares como prueba inicial de energía para dispositivos móviles en la Universidad Santo Tomás, Campus Villavicencio, Loma Linda. Se analizaron los resultados a través de tres puntos: estadísticas detalladas sobre la percepción socioecológica de la sociedad, un mapa detallado de la cobertura del suelo y la eficiencia socioecológica posterior a la instalación. Durante este proceso, se realizaron 250 encuestas, la primera de las cuales se llevó a cabo en el campus. Además, se implementó un mapa de radiación solar con datos obtenidos por el IDEAM, seguido de cálculos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero desde el momento de uso del sistema.

Según una investigación realizada en la Universidad Privada del Norte-Trujillo (Clemente, 2021) El objetivo es recomendar tácticas para reducir la huella de carbono de los procesos de la organización. Se encontró que Lima Cargo HQ tuvo un total de emisiones cuantificables de 828.71 TCO<sub>2eq</sub> en 2019, incluido un

rango de 1 emisiones de GEI directas que contribuyen con el 9 %, un rango de 2 emisiones de GEI indirectas por energía que contribuyen con el 24 %, rango de 3 otras emisiones indirectas de GEI con 38% y otros gases no invernadero con 28%. Por lo tanto, se han propuesto 3 estrategias de reducción de emisiones de carbono: no planificar para vehículos terrestres de gasolina y GLP, modificar como refrigerantes los refrigerantes R-22 y R-410 A. R-32 en el aerogenerador, ingeniería inversa de todo el grupo de CPU para un 65W modelo de consumo con una reducción de emisiones esperada del 2,31%; 22,80%; respectivamente 6,76%.

Según la investigación realizada en la Libertad (López Barboza, 2019) Diseña del sistema fotovoltaico conectado a la red para las estaciones auxiliares de VIETTEL PERU SAC ubicada en Trujillo La Libertad El estudio concluye que la condición de consumo eléctrico de Viettel Perusac se determina con el valor de consumo de energía más bajo de 217 kWh y consume un máximo de 2200 kWh a una costo de 179.4 y 1643.4 soles por 11 meses, respectivamente, lo que se traduce en un consumo promedio de energía eléctrica de 1,134,364 kWh. En términos de análisis económico, utilizando una tasa preferencial del 10%, el valor presente neto es de S/. 12.874,08 y la TIR es del 12%, por lo que la propuesta se considera técnica y económicamente viable.

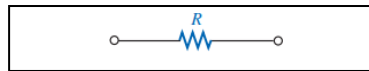
Por lo tanto, la importancia en la cuantificación de la mitigación de la huella de carbono por el uso de cargadores solares debe tenerse presente, lo que generara la siguiente pregunta ¿Cuál es el impacto en la huella de carbono de equivalente eléctrico de un cargador solar diseñado y elaborado para dispositivos móviles en la ciudad de Huanchaco?, así mismo, se generan las siguientes preguntas secundarias: ¿Cuál será el diseño de un cargador solar para dispositivos móviles de gama media? ¿Cuáles serán los parámetros eléctricos de un dispositivo móvil de gama media? ¿Cuánto será el impacto en la huella de carbono de equivalente eléctrico de un dispositivo móvil de gama media en el distrito de Huanchaco? ¿Cuál será la radiación solar en el distrito de Huanchaco?

Para poder comprender mejor el diseño y funcionamiento de un cargador solar y elaborar una solución a nuestra problemática mencionada anteriormente, es necesario conocer algunos conceptos básicos, como:

## La corriente eléctrica

El flujo de corriente eléctrica a través de cualquier sustancia se enfrenta a una fuerza opuesta similar a la fricción mecánica. Esta resistencia se origina de las interacciones entre electrones y otros átomos en el material, lo que resulta en la conversión de la energía eléctrica en otra forma de energía, comúnmente en calor, y es conocida como resistencia del material. La unidad de medida para la resistencia es el ohmio (ohm), y se representa con el símbolo  $\Omega$ . Los símbolos que representan la resistencia en los circuitos se pueden observar en la Figura 1.

**Figura 1.**  
Símbolo de la corriente eléctrica



A una temperatura constante de 20°C (temperatura ambiente), la resistencia está relacionada con otros tres factores:

$$R = \rho \frac{l}{A} (\text{ohms}, \Omega) \quad (1)$$

donde:

- ✓  $\rho$  = resistividad
- ✓  $l$  = longitud muestra
- ✓  $A$  = área transversal de la muestra.

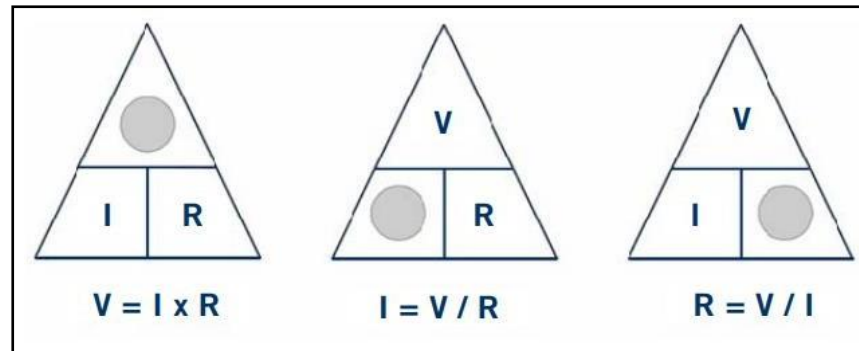
Esta relación se utiliza para calcular la sección transversal del cable en función de la corriente que fluye en el circuito.

## La ley de ohm

La ley de Ohm establece una fórmula que se puede utilizar de

acuerdo al momento dado como se observa en la Figura 2:

**Figura 2.**  
Ley de Ohm



Fuente: Manual de electricidad básica, Bosques José, 2017

Donde:

V= Voltaje (v)

R= Resistencia ( $\Omega$ )

I= Corriente (A)

### La potencia eléctrica

La potencia se define como la medida de la cantidad de trabajo (la conversión de energía de una forma a otra) que puede realizarse en un período de tiempo específico, es decir, la velocidad a la que se completa el trabajo. Dado que la energía se mide en julios (J) y el tiempo en segundos (s), la potencia se expresa en julios por segundo (J/s). La unidad de potencia eléctrica es el vatio (W), que se calcula mediante la fórmula:

$$1 \text{ watts (W)} = 1 \text{ joule/segundo (J/s)} \quad (2)$$

En forma de ecuación, la potencia está determinada por:

$$p = \frac{w}{t} \quad (3)$$

## Energía Eléctrica

La electricidad es una forma de energía resultante del movimiento de partículas cargadas, como los electrones. Es una fuente de energía versátil y cómoda que desempeña un papel crucial en la sociedad moderna (Wadhwa, 2012).

La electricidad se genera por diversos medios, entre ellos la conversión de energía mecánica en energía eléctrica, como en el caso de los generadores, y las reacciones químicas, como las que se producen en las pilas. El método más común de generación de electricidad implica el uso de centrales eléctricas, en las que diversas fuentes como el carbón, el gas natural, las reacciones nucleares o recursos renovables como el viento o la luz solar se utilizan para hacer girar turbinas y producir electricidad (Wadhwa, 2012).

La energía eléctrica instantánea viene dada por la siguiente ecuación:

$$p(t) = v(t)i(t) = V_m I_m [\cos(\omega t) \cos(\omega t - \phi)] \quad (4)$$

## Ley de Kirchoff

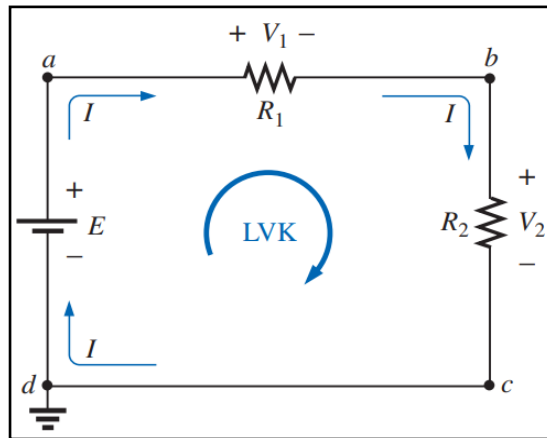
Las leyes de voltaje y corriente de Kirchoff forman la base del análisis de circuitos. Con estas dos leyes y las ecuaciones para cada componente individual (resistencia, capacitor, inductor), tenemos el conjunto de herramientas básicas necesarias para comenzar el análisis de circuitos. En la Figura 3 se observa un ejemplo de su aplicación.

$$\sum v = 0 \quad (5)$$

$$\sum v \text{ elevaciones} = \sum \text{caídas} \quad (6)$$

**Figura 3.**

Aplicación de la ley de voltaje de KIRCHHOFF a un circuito de cd en serie



### Método de resolución de circuito por lazo

La técnica de análisis de lazo proporciona un enfoque general para el estudio de circuitos, utilizando la corriente de lazo como la variable del circuito. Emplear corrientes de lazo en lugar de corrientes de rama como variables del circuito es preciso y reduce la cantidad de ecuaciones que deben resolverse simultáneamente. En el análisis nodal, se utilizan las leyes de Kirchhoff para determinar las tensiones desconocidas en un circuito dado, mientras que en el análisis de lazo se aplica la Ley de Tensiones de Kirchhoff para hallar las corrientes desconocidas.

Pasos para determinar la corriente de lazo:

Asigne las líneas de bucle  $i_1, i_2, \dots, i_n$  bucles.

Aplicar LTK a cada persona con  $N$ . Use la Ley de Ohm para expresar el voltaje en términos de corriente de bucle.

Resolver  $n$  ecuaciones simultáneamente para obtener la corriente.

### Cuantificación de la Huella de Carbono equivalente eléctrico

La huella de carbono se establece como un método para medir y ofrecer una indicación del impacto que una actividad o proceso tiene en el cambio climático. Además de las emisiones principales, que se definen como la cantidad total de emisiones de gases de efecto invernadero generadas directa o

indirectamente por seres humanos, la huella de carbono se calcula en términos de equivalentes de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>eq). Esta herramienta se utiliza eficazmente en la gestión para identificar comportamientos o actividades que contribuyen al aumento de las emisiones y, al mismo tiempo, para optimizar el uso de recursos de manera más eficiente. (Huella de carbono, s. f.).

### **Parámetros Eléctricos de un dispositivo móvil gama media**

Los parámetros específicos de la batería son los siguientes: mAh representa la capacidad de carga, los voltios (V) indican el voltaje, y el tercer número señala la cantidad de energía almacenada en la batería, medida en vatios-hora (Wh). Junto con la corriente en mAh, el voltaje caracteriza la batería. El voltaje de la batería indica la cantidad de trabajo que puede realizarse a una capacidad específica para suministrar electrones al circuito. A mayor voltaje, mayor cantidad de trabajo se puede realizar con la corriente que fluye entre los electrodos de la batería, lo que se traduce en una mayor energía total almacenada en ella.

Es imprescindible utilizar una batería con una tensión correspondiente a la tensión de funcionamiento del dispositivo electrónico alimentado. Para los teléfonos inteligentes, las baterías suelen tener entre 3,7 V y 3,85 V.

La energía almacenada en una batería se mide en otra unidad: vatio-hora (o Wh) y representa la capacidad de realizar un trabajo durante un tiempo determinado. La capacidad de una batería en vatios (W) es igual al voltaje multiplicado por la capacidad de la batería, medida en miliamperios-hora (mAh), como comentamos anteriormente. (Webedia Brand Services, 2017).

### **Cálculo de la energía consumida en un dispositivo móvil**

El cálculo de la energía eléctrica tiene en cuenta la carga, también conocida como voltaje, que viaja durante un período de tiempo limitado a través de una diferencia de potencia llamada magnitud.

$$E = P * t \quad (7)$$

Donde:

E= energía consumida (KWh)

P= Potencia eléctrica (w)

T= tiempo (h)

### Estimación de tiempo de uso de un celular

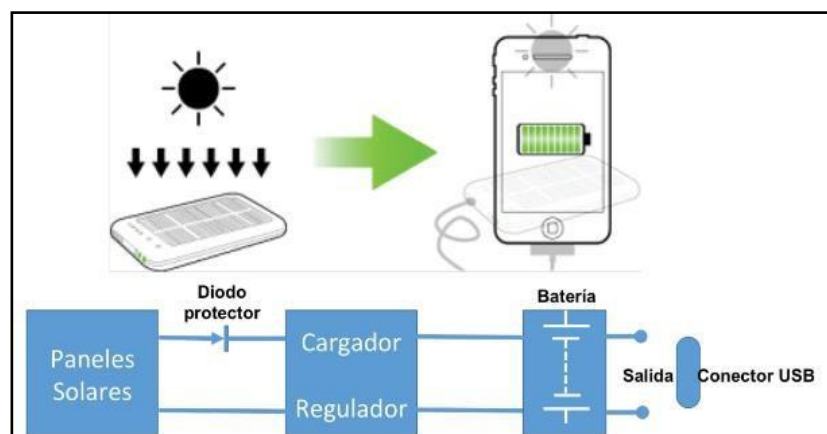
Bienestar digital de Android: esta es una opción nativa que se implementó en Android 9 y le permite realizar un seguimiento de cuánto tiempo usa cada aplicación e incluso establecer límites sobre cuánto tiempo pasa en un sitio web o en una aplicación específica. La mala noticia es que, dado que comenzó como una característica exclusiva de Pixel y Android One, muchos fabricantes no la están implementando, aunque eso está comenzando a cambiar lentamente.

Alternativas internas de terceros: los fabricantes de terceros como Huawei también tienen sus propias aplicaciones de bienestar digital implementadas en sus dispositivos. Pueden usar nombres iguales o diferentes, como Balance Digital en el caso de Huawei, y cada nombre tiene su propia interfaz y controles. (Fernández, 2022)

### Análisis de diseño de un cargador solar

Pueden ser: Paneles solares, diodo protector, cargador/regulador, la batería y la salida, en la que pueden conectarse los diferentes dispositivos (Ver Figura 4 y 5)

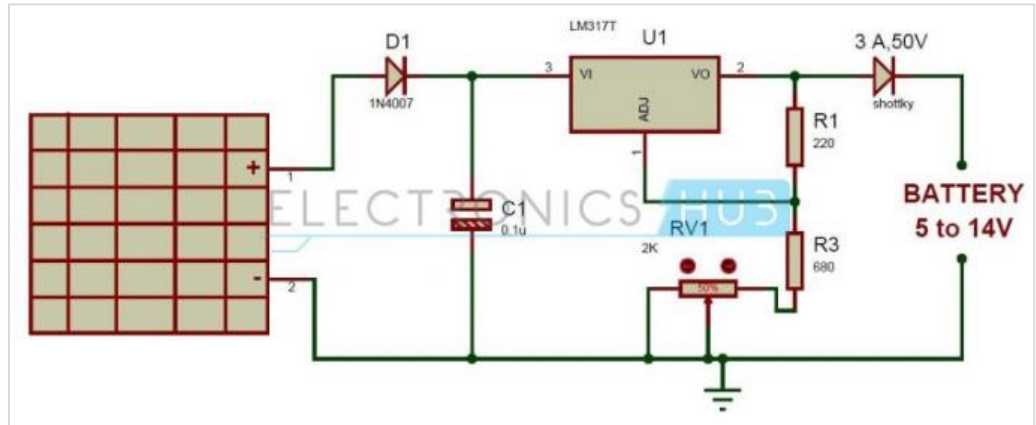
**Figura 4.**  
Diseño de cargador 1





**Figura 5.**

Esquema eléctrico de un cargador solar



Adaptado de: *Electronica Lugo*. <https://electronicalugo.com/circuito-del-cargador-de-bateria-solar-usando-el-regulador-de-voltaje-lm317/>

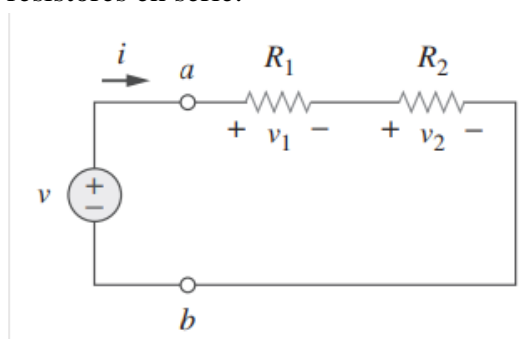
### Regulación de voltaje

#### Circuito de regulación por divisor de tensión

El divisor de tensión se emplea para determinar el voltaje de uno o varios resistores que se han interconectado en un circuito en serie (Charles y Matthew, 2013).

**Figura 6.**

Circuito de un solo lazo con dos resistores en serie.



Para determinar la tensión a lo largo de cada resistor (Ver Figura 6), se aplica la siguiente ecuación:

$$v_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} v, \quad v_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} v \quad (8)$$

Donde:

R: resistencia ( $\Omega$ )

V: voltaje (v)

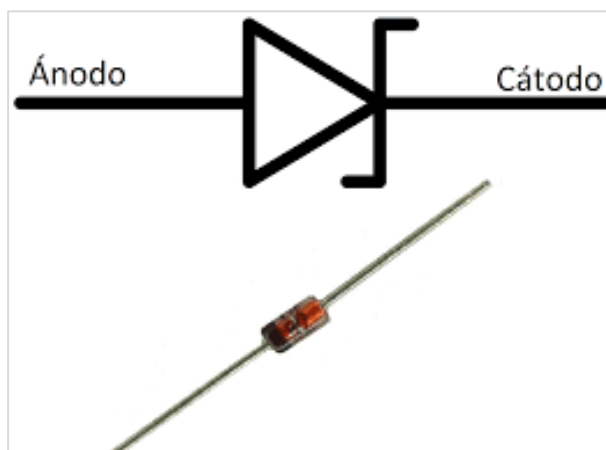
En la ecuación 7. se observa que la tensión en la fuente v se divide entre los resistores en proporción directa a sus resistencias; por lo que se obtiene que, a mayor resistencia, mayor caída de tensión, a este principio se le conoce como divisor de tensión.

### Circuito de regulación con diodo Zener

Un circuito de regulación de tensión o voltaje está construido mediante un transistor bipolar como elemento de control, de la misma manera posee una protección que evita las sobre tensiones que puedan dañar los equipos, en esta investigación se usó un diodo Zener para ayudar a mantener un voltaje fijo a través del diodo cuando este se polariza inversamente.

**Figura 7.**

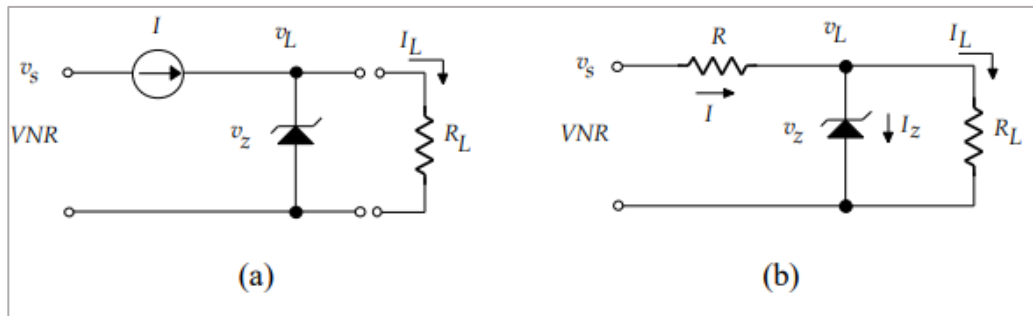
Diodo zener y su símbolo



Adaptado de: *Electrónica Analógica*, 2019.  
<https://equipocrocs.blogspot.com/2019/02/diodo-zener-este-es-el-simbolo-del.html>

**Figura 8.**

(a) Regulador zener básico. (b) Circuito práctico



Adaptado de: Ignacio Huircan, *Reguladores de tensión*.  
<https://www.bolanosdj.com.ar/TEORIA/REGULADORES.PDF>

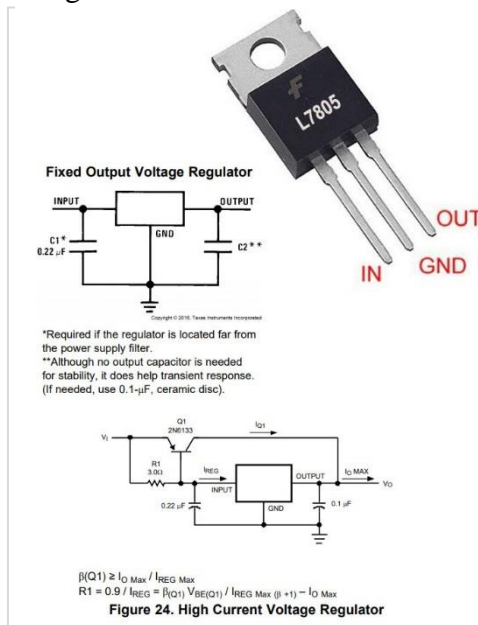
En la Figura 8. se aprecia el funcionamiento del diodo zener, el cual es el siguiente: cuando el voltaje  $v_L$  excede el voltaje de ruptura del diodo, ocasiona que la corriente a través de éste se incremente, posteriormente el voltaje en el zener y carga se mantienen constantes e igual al voltaje nominal del diodo zener. En síntesis  $v_L = v_Z$ .

### **Circuito de regulación con integrado 7805**

La función principal de un integrado 7805 en un circuito es la de mantener el voltaje estable de 5V en su pin de salida independientemente del voltaje aplicado en el pin de entrada (Gras, 2020).

El integrado 7805 (Ver Figura 9) es un dispositivo electrónico con tres terminales: pin de entrada, masa y pin de salida. En el pin de entrada se puede aplicar un voltaje entre 7V y 35V, por otro lado, al pin de salida se le puede aplicar un voltaje de salida entre 5V y 9V. El integrado 7805 puede soportar corrientes de hasta 1A esto facilita los proyectos de diseño y elaboración de componentes u otros (Gras, 2020).

**Figura 9.**  
Integrado 7805

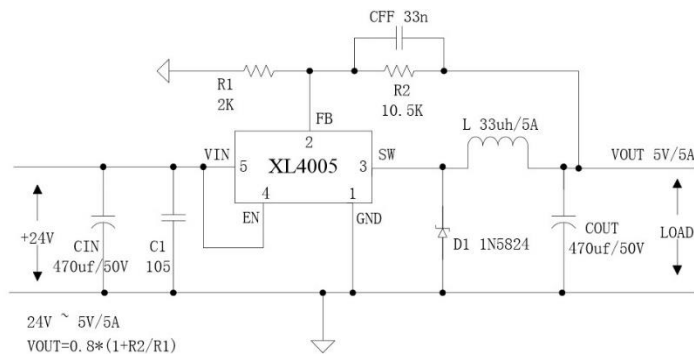


Adaptado de: *Turibot 2020.*  
<https://www.turibot.es/blog/index.php/2020/02/16/regulador-de-voltaje-7805-y-familia/>

### Circuito de regulación con módulo regulador a base de XL 4005

El módulo regulador a base de XL 40005 es un dispositivo utilizado en circuitos electrónicos para regular la tensión de salida. Utiliza un proceso de regulación de conmutación para mantener la tensión de salida constante.

**Figura 10.**  
Diagrama del regulador XL 4005



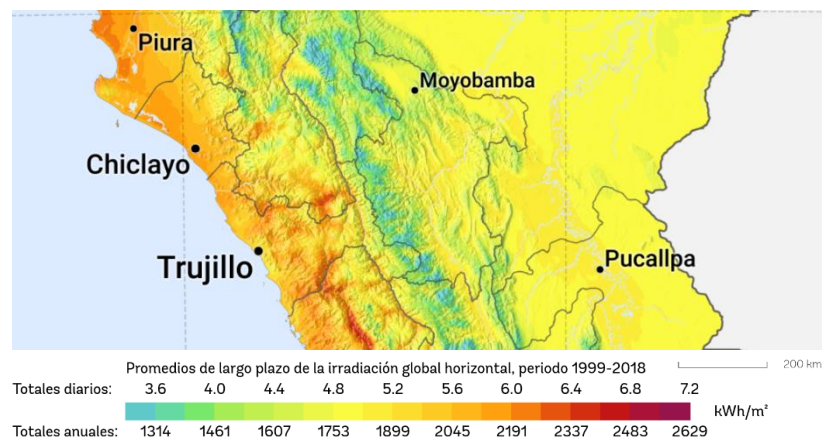
Adaptado de: *Alldatasheet.* <https://pdf1.alldatasheet.es/datasheet-pdf/view/837283/TI1/LM2502.html>

## Cálculo de radiación solar

La radiación total calculada para un lugar o área en particular se reporta como radiación global. Los cálculos de aislamiento directo, difuso y global se repiten para cada ubicación característica o para cada ubicación en la superficie del terreno, generando mapas de aislamiento para toda el área geográfica. (ArcGIS for Desktop, s. f.). La teledetección y Arcgis pro, que permite calcular la radiación solarentrante (Ráster).

**Figura 11.**

*Irradiación global horizontal en el norte del Perú*



Adaptado de: *Global Solar Atlas 2.0*. (2019). Datos de recurso solar: Solar Gis. <https://solargis.com/es/maps-and-gis-data/download/peru>

En resumen, este estudio tuvo como propósito principal medir el impacto en la HC, en términos de consumo eléctrico equivalente, de un cargador solar desarrollado específicamente para dispositivos móviles. Para alcanzar este objetivo, se plantearon varios objetivos específicos que incluyeron la determinación de los parámetros eléctricos de un dispositivo móvil de gama media, la evaluación de la radiación solar en el área de Huanchaco, la creación y fabricación de un cargador solar destinado a dispositivos móviles de gama media, y finalmente, la cuantificación del impacto en la HC, en términos de consumo eléctrico equivalente, de un dispositivo móvil de gama media en la zona de Huanchaco.

La investigación y revisión del arte junto con el desarrollo de los objetivos propuestos lograron verificar la hipótesis general en la investigación presente, validando así que el diseño y elaboración de un cargador solar es significativo ya que puede aprovechar la energía fotovoltaica de una ubicación geográfica determinada para reducir la HC por equivalente eléctrico que ocasiona el uso de un dispositivo móvil de gama media a lo largo de su vida útil.

## II. METODOLOGÍA

### 2.1. Enfoque

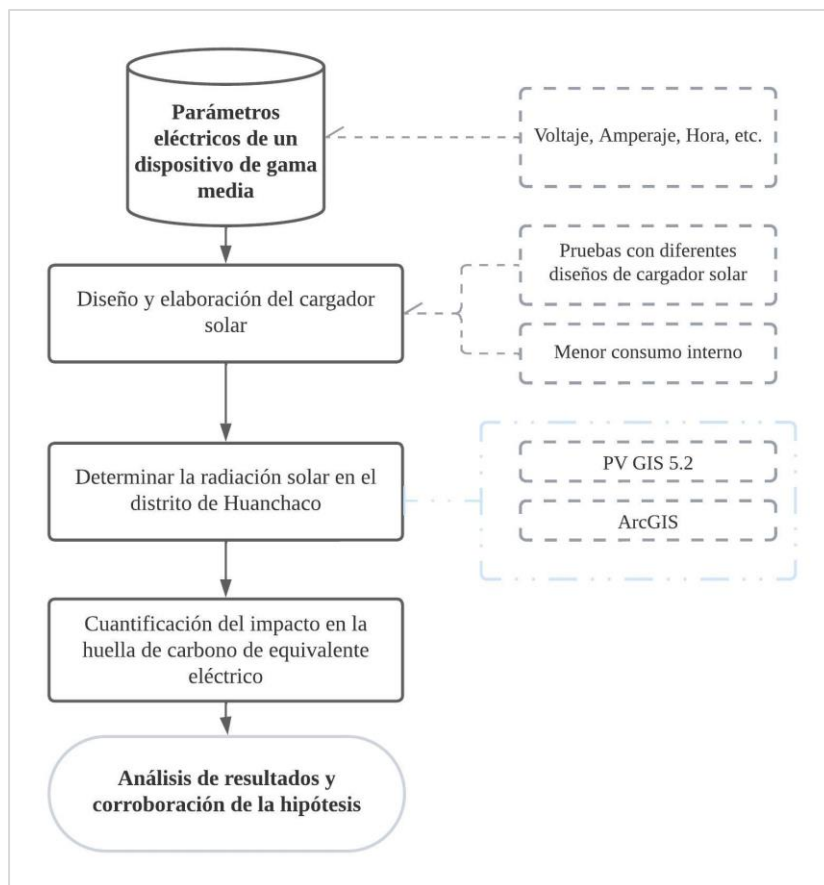
El enfoque de la investigación adoptó un método inductivo-deductivo, ya que se basó en la verificación de una hipótesis respaldada por principios generales ampliamente aceptados en la comunidad científica, y se apoyó en la observación de eventos específicos, como la radiación solar o la creación del cargador solar, que logró reducir las emisiones de dióxido de carbono en términos de consumo eléctrico equivalente.

### 2.2. Diseño de Investigación

El método utilizado en la investigación se clasifica como experimental, ya que involucró la manipulación de la variable independiente, que en este caso es el cargador solar, con el objetivo de disminuir la huella de carbono generada por la electricidad, que es la variable dependiente objeto de estudio. Los pormenores de la metodología empleada se describen con detalle en la Figura 12.

**Figura 12.**

*Esquema resumen del proceso metodológico en la investigación*



### 2.3. Población, muestra y muestreo

Población: Cargadores solares

Muestra: N = cargador solar de gama media elaborado y diseñado

Muestreo: intencional

### 2.4. Técnica e instrumentos de recojo de datos

Se empleo para el recojo de datos la técnica de observación de los parámetros eléctricos (voltaje, corriente, etc.) en un dispositivo de gama media, los cuales se organizaron en una tabla de una hoja de cálculo.

En el diseño y elaboración del cargador solar se tuvo en cuenta las características eléctricas del dispositivo móvil de gama media, así como su ficha técnica.

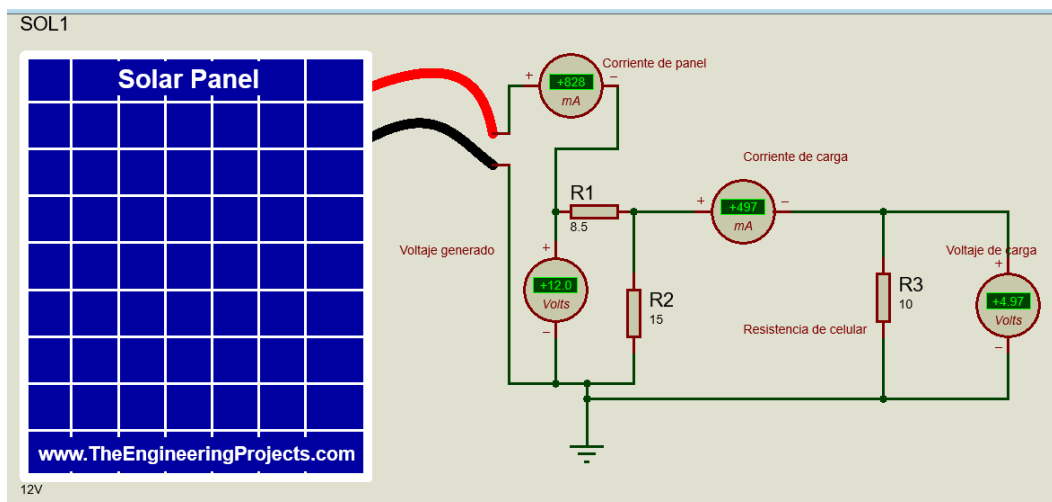
Se comprobó la eficiencia de cuatro circuitos basados en diferentes tecnologías:

### Regulación de voltaje

#### Circuito de regulación por divisor de tensión

Figura 13.

Ejemplo grafico de circuito de regulación por divisor de tensión



Voltaje nominal de carga del celular = 5 V

Amperaje nominal de carga del celular = 500 mA



El dispositivo móvil cargado con un voltaje de 5.0 v y una corriente de 6.5 A de carga en modo rápido. La carga en modo rápido solo se da con un cargador oficial de la marca, por lo que se realiza en modo lento, cuya magnitud de intensidad de carga es de 500 mA.

Por lo que en el circuito 1.

$$i_{cel} = 0.5 A$$

$$v_{cel} = 5 V$$

Impedancia equivalente del circuito:

$$R_{cel} = \frac{5}{0.2} = 25\Omega$$

Siendo la potencia del panel = 10 W

$$V_{Panel\ nom} = 6 V$$

$$i_{Panel\ nom} = \frac{P_{nom}}{V_{nom}}$$

$$i_{Panel\ nom} = \frac{10\ watts}{6 V} = 1.66 A$$

$$R_T = \frac{V}{I} = \frac{6 V}{1.66} = 3.6\Omega$$

Para que se cumpla con las condiciones de voltaje y corriente del celular, 5V y 500 mA, en  $R_1$  debe haber un  $v = 1\ volt$ .

$$i_T \geq \frac{V_{cel}}{R_{cel}}$$

Pero  $i_{Total}$  es la corriente del celular más la corriente que pasa por  $R_2$ .

$$i_T = i_2 + i_1$$

$$i_{Tot} = 1.66 A = i_{R1} + i_{Rcel}$$

$$1.66 = i_{R1} + 0.5$$

$$i_{R1} = 1.16 A$$

Por lo que  $R_1 = \frac{V_{R1}}{i_{R1}}$

$$R_1 = \frac{1}{1.66} = 0.60\Omega$$

$$R_2 = 3.6 - 0.6 = 3\Omega$$

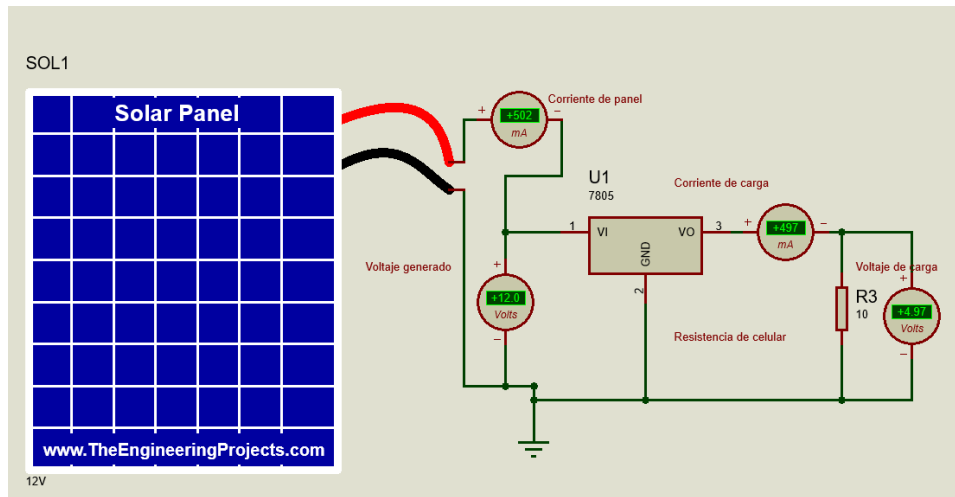
$$\text{Potencia en } R_1 = (i_{R1})^2 * R_1 = (1.16)^2 * 0.6 = 0.81 W.$$



## Circuito de regulación con integrado 7805

**Figura 15.**

Ejemplo grafico de circuito de regulación con integrada 7805



$$V_{in} = 12.0$$

$$V_{out} = 5V$$

Caída de tensión en el 7805 = 1V

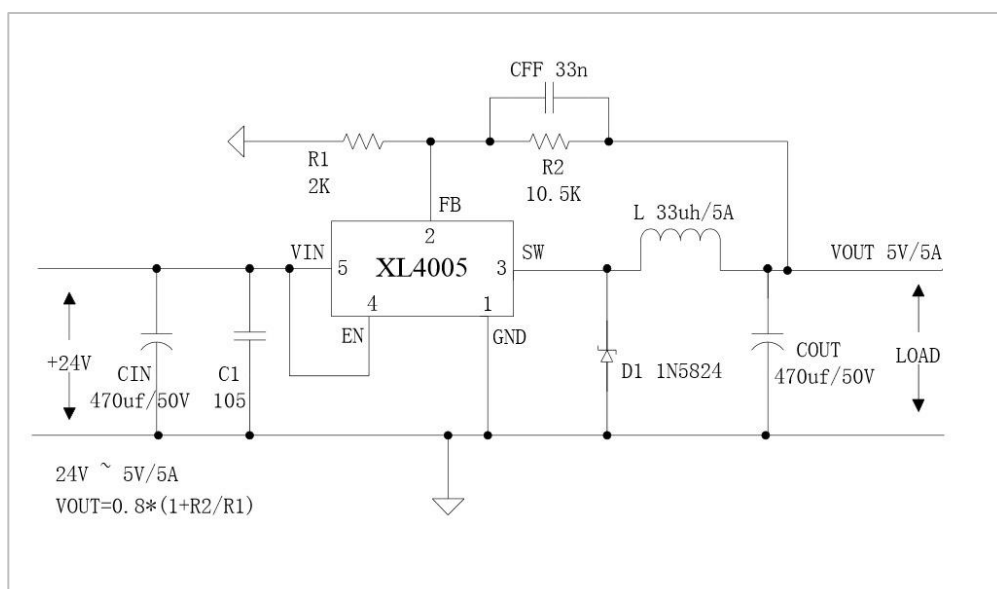
$$i_{carga} = \frac{V_{carga}}{R_L}$$

$$i_{carga} = \frac{5}{15} = \frac{1}{3} = 0.333 A$$

## Circuito de regulación con módulo regulador a base de XL 4005

**Figura 16.**

Ejemplo grafico de circuito de regulación a base de XL 4005



$$V_{out} = 5V$$

Caída de tensión en el XL 4005 = 0.2 V

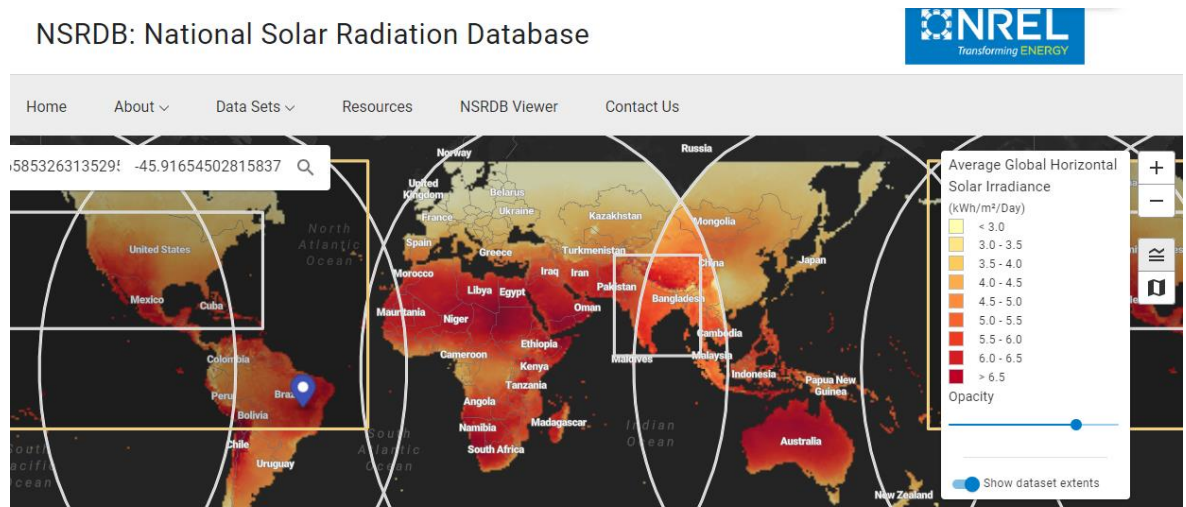
$$i_{carga} = \frac{V_{carga}}{R_L}$$

$$i_{carga} = \frac{5}{15} = \frac{1}{3} = 0.333 A$$

Para determinar la radiación en el distrito de Huanchaco se utilizó una base de radiación solar mundial PVIS-NSRDB, la cual tiene datos de radiación promedio anuales, mensuales y diarios correspondientes a la zona de estudio.

### Figura 17.

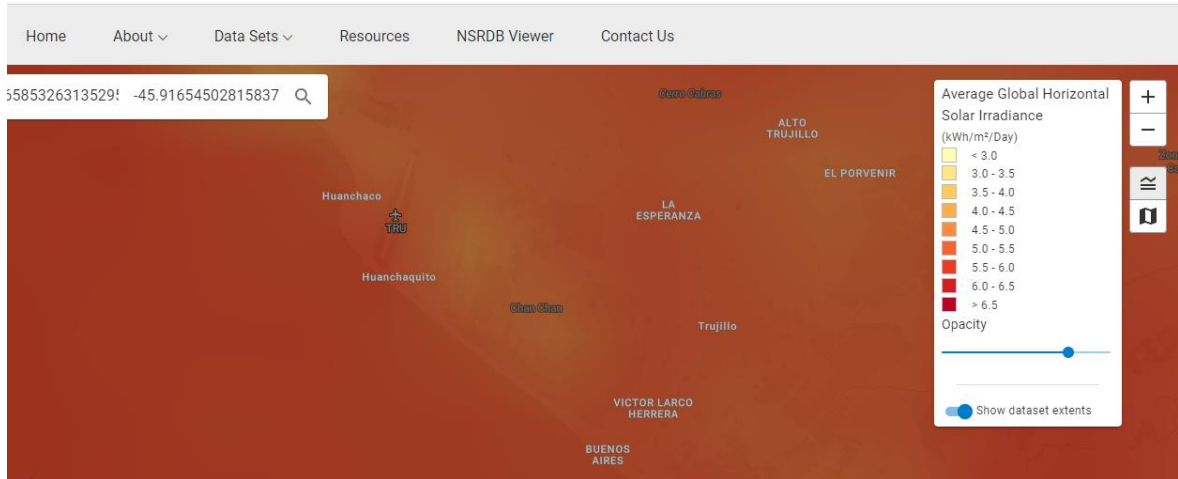
Visor de National Solar Radiation Database (NSRDB)



Nota. Tomado de *Base de datos nacional de radiación solar*, por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable, <https://nsrdb.nrel.gov/>

**Figura 18.**

Radiación solar en el distrito de Huanchaco en el visor NSRDB



Nota. Tomado de *Base de datos nacional de radiación solar*, por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable, <https://nsrdb.nrel.gov/>

Para la cuantificación de la huella de carbono se tuvo en cuenta datos diarios del consumo eléctrico del dispositivo de gama media y se utilizó el Factor de Emisión de GEI para el consumo de energía eléctrica del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) validado por el Ministerio del Ambiente (MINAM). Además, se tuvo en cuenta dos factores para el cálculo por año y son: Horas de carga y veces de carga del dispositivo móvil (Ver tabla 2)

**Tabla 1.**

Factor de emisión de GEI para consumo de energía eléctrica del SEIN

Fuente de emisión	Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) [TCO <sub>2</sub> /MWH]	Metano (CH <sub>4</sub> ) [TCH <sub>4</sub> /MWH]	Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O) [TN <sub>2</sub> O/MWH]
Consumo de energía eléctrica del SEIN	0.17325228304	0.0000097581	0.00000121264

Nota. Tomado de *MINAM*, 2022.

**Tabla 2.**

Horas y veces de carga por año del dispositivo móvil de gama media.

	<b>HORAS DE CARGA</b>	<b>VECES DE CARGA</b>
<b>1ER AÑO</b>	2	2
<b>2DO AÑO</b>	2.5	2
<b>3ER AÑO</b>	3	2
<b>4TO AÑO</b>	3.5	3
<b>5TO AÑO</b>	4	3

## 2.5. Técnica de procesamiento y análisis de información

Para el procesamiento y análisis de los parámetros eléctricos del dispositivo móvil de gama media se empleó una hoja de cálculo (Excel).

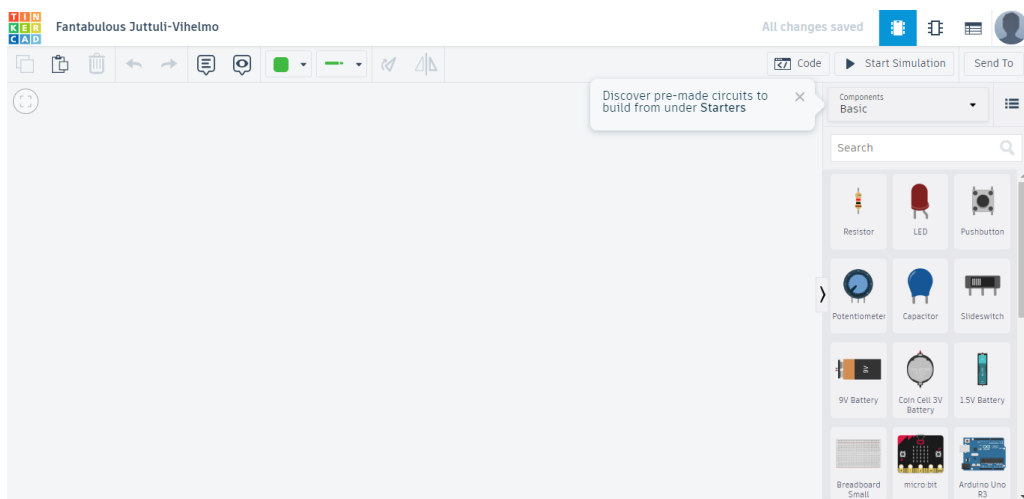
Para el diseño, análisis y procesamiento del circuito eléctrico del cargador solar se utilizó el software Tinkercard (Ver Figura 19). Además, se realizaron pruebas con cuatro diseños de circuitos diferentes en el Taller de Ingeniería de la Universidad Católica de Trujillo (Ver Figura 20), escogiendo el diseño con el menor consumo interno.

Para procesar y analizar los datos de radiación solar se utilizaron los softwares de ArcGIS y Google Earth Pro.

La huella de carbono por equivalente eléctrico se analizó a través de graficas elaboradas en el software Excel, además este cálculo se tomó con el diseño de circuito escogido.

**Figura 19.**

Plataforma de Tinkercard



Nota. Tomado de <https://www.tinkercad.com/things/cCgqAETqWP3-fantabulous-juttuli-vihelmo/editel?tenant=circuits>

**Figura 20.**

(a) Ejemplo de las mediciones realizadas de los diferentes circuitos. (b) Circuito 3: integrado 7805



(a)

(b)

**2.6.Aspectos éticos en investigación**

Los aspectos éticos en la investigación desempeñan un papel fundamental en el desarrollo y la ejecución de esta tesis. Se reconoce y compromete que se contó con los siguientes principios éticos: integridad de datos, beneficencia, transparencia y referencias éticas.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Determinar los parámetros eléctricos de un dispositivo móvil de gama media.

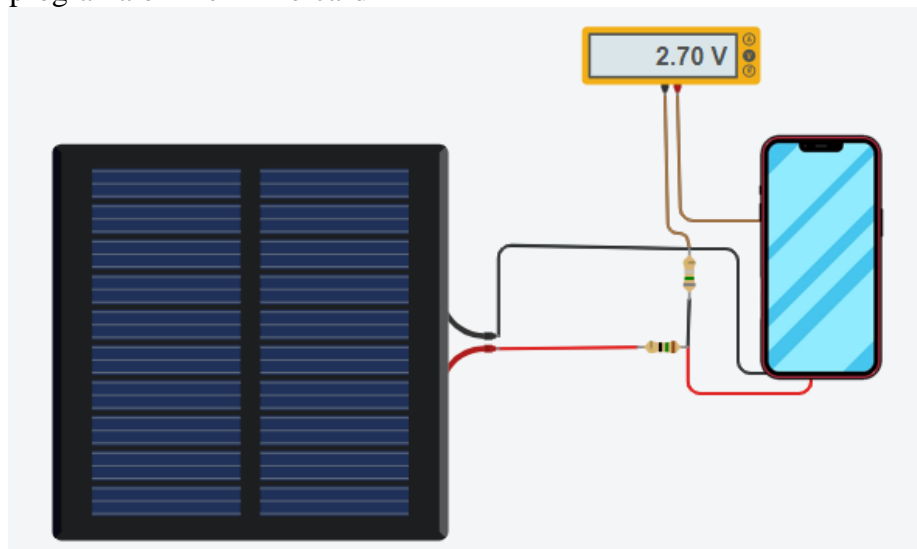
Se empleó un dispositivo móvil Xiaomi Mi 11 Lite 5G, modelo M2101K9G, con batería con capacidad de 4250 mAh por hora, teniendo una potencia de salida del cargador de 5 V y 6.6 A.

#### 3.2. Diseñar y elaborar un cargador solar para dispositivos móviles de gama media

En la Tabla 3 se muestran los promedios de los parámetros eléctricos de los diferentes circuitos. En el diseño del Circuito 1 el voltaje medido sin conexión al celular es en promedio 6.018 V, mientras el consumo de corriente es de 425.05 mA, después de la conexión al celular el voltaje cae a 2.44 V, por otro lado, la corriente de carga fue cero ya que el celular se desconectó al sentir un voltaje fuera de rango y no carga; la potencia perdida por calor fue de 2.56 W en promedio debido a las características del circuito, ya que para obtener el voltaje requerido, se divide mediante resistores el voltaje de forma proporcional al valor de cada resistencia del divisor; en síntesis el circuito no es el apropiado para regular la carga del celular porque los valores finales varían de acuerdo al voltaje del panel.

#### Figura 21.

Simulación de Circuito 1 (Circuito con divisor de tensión) en el programa online Tinkercard



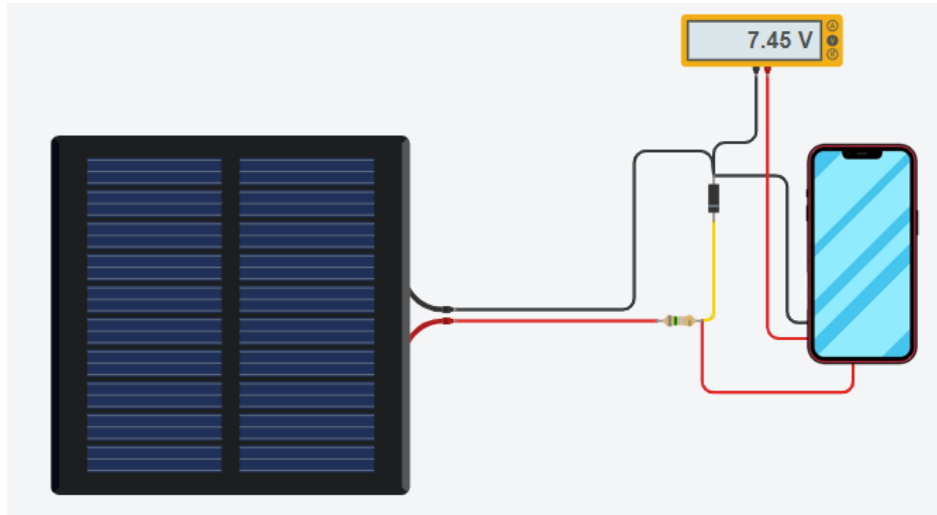
Nota. En la presente ilustración y simulación grafica se aprecia como es el funcionamiento del Circuito 1, donde al utilizarse divisores de tensión de 8.5 y 15  $\Omega$  se observa que el voltaje que le llega al dispositivo móvil es muy bajo, por lo que no hay suficiente energía para encender el celular, ya que necesita de 5 V y llegan 2.70 V.



En el diseño del Circuito 2 (Ver Figura 22) el voltaje medido sin conexión al celular es en promedio 7.32 V, mientras el consumo de corriente es de 266.27 mA haya o no haya conexión al celular. La potencia perdida por calor fue de 0.59 W en promedio debido a las características del circuito.

**Figura 22.**

Simulación de Circuito 2 (Circuito de regulación con diodo Zener) en el programa online Tinkercard

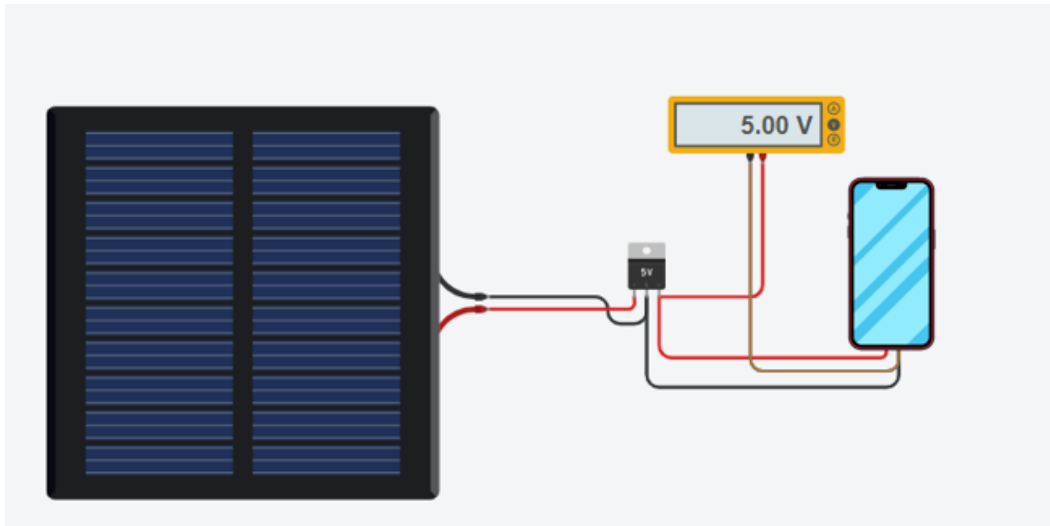


Nota. En la presente ilustración y simulación grafica se aprecia como es el funcionamiento del Circuito 2, donde al utilizarse un divisor de tensión de  $8.5 \Omega$  se observa que el voltaje que le llega al dispositivo móvil es muy elevado, por lo que hay mucha pérdida de energía, ya que necesita de 5 V y llegan 7.45 V.

El diseño del Circuito 3 (Ver Figura 23) fue más eficiente que el circuito 2, debido a que la pérdida de energía es de 0.02 Wh y la energía de carga es de 3.79 Wh. Además, el voltaje medido sin conexión al celular es en promedio 6.38 V y mientras el consumo de corriente es de 157.14 mA.

**Figura 23.**

Simulación de Circuito 3 (Circuito de regulación con integrado 7805) en el programa online Tinkercard

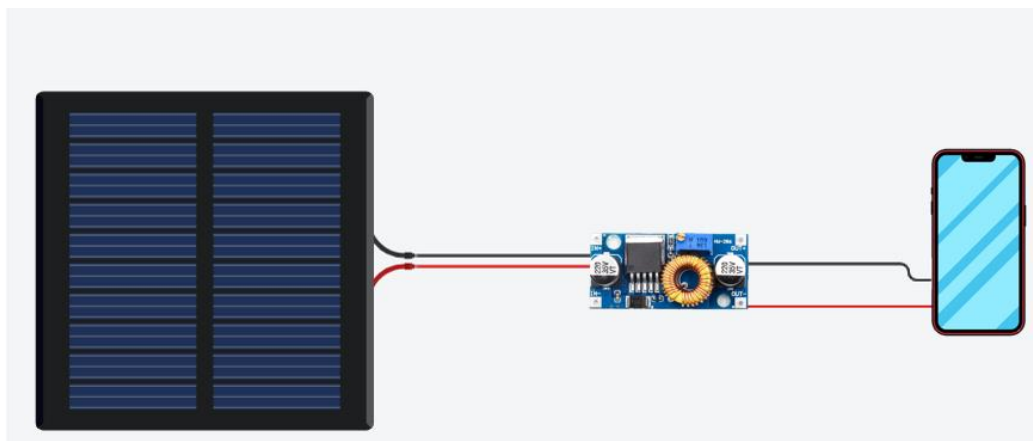


Nota. En la presente ilustración y simulación grafica se aprecia como es el funcionamiento del Circuito 3, donde al utilizarse el regulador integrado 7805, se obtiene un voltaje de 5 V preciso para el funcionamiento del dispositivo móvil.

El diseño del Circuito 4 tiene una potencia por perdida en calor de 0.01 W, una energía perdida de 0.02 Wh y una energía de carga de 6.02 Wh. Su voltaje medido sin conexión al celular es en promedio 6.38 V y el consumo de corriente es de 385.87 mA.

**Figura 24.**

Simulación de Circuito 4 (Circuito de regulación con XL4005) en el programa online Tinkercard



**Tabla 3.**

Parámetros eléctricos

N°	CIRCUITO	VOLTAJE		CORRIENTE		VR	IR	RENDIMIENTO %	
		INICIO	FIN	INICIO	FIN	PROMEDIO	PROMEDIO	INICIO	FIN
1	<b>DIVISOR DE TENSION</b>	6.015	6.021	427.9	422.2	2.44	0	34.2	32.2
2	<b>REGULADOR ZENNER</b>	7.30	7.33	266.27	266.3	5.12	265.98	48.70	49.50
3	<b>REGULADOR 7805</b>	6.28	6.49	5.00	5.00	5.00	157.14	46.76	49.33
4	<b>REGULADOR XL 4005</b>	6.28	6.49	5.02	5.05	5.20	385.87	54.35	57.33

**Tabla 4.**

Perdidas eléctricas en cada circuito

	POTENCIA PERDIDA EN CALOR	ENERGÍA DE PÉRDIDAS	ENERGÍA DE CARGA
<b>DIVISOR DE TENSION</b>	2.56 W	0 Wh	0 Wh
<b>REGULADOR ZENNER</b>	0.59 W	1.2 Wh	2.53 Wh
<b>REGULADOR 7805</b>	0.01 W	0.02 Wh	3.79 Wh
<b>REGULADOR A XL 4005</b>	0.01 W	0.02 Wh	6.02 Wh

### 3.3. Determinar la Radiación solar en el distrito de Huanchaco

Según la base de datos de radiación solar PVGIS – NSRDB, la radiación solar promedio en el distrito de Huanchaco varía entre los valores de 2.95 a 6.5 kWh/m<sup>2</sup>/Día (Ver Tabla 5). Para el presente estudio de investigación se tomaron en cuenta los valores de radiación solar de los meses de julio y agosto del 2023, y se puede apreciar en la Figura 16 y 17.

**Tabla 5.**

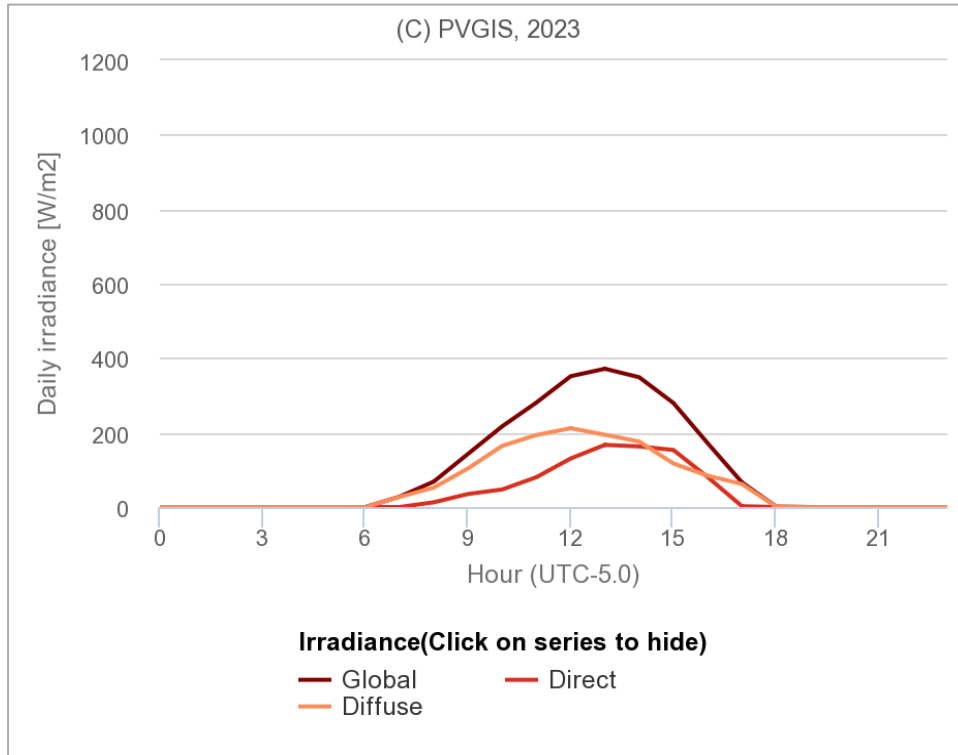
Parámetros solares promedios de Irradiación Solar en el distrito de Huanchaco

Meses	Irradiación horizontal global	Irradiación difusa horizontal	Temperatura ambiente	Velocidad del viento	Humedad Relativa
	KWh/m <sup>2</sup> /día	KWh/m <sup>2</sup> /día	°C	m/s	%
Enero	5.68	2.49	21.2	1.71	84.5
Febrero	6.03	2.49	22.3	1.77	84.3
Marzo	5.71	2.37	21.7	1.80	85.8
Abril	5.95	2.04	20.3	2.16	79.7
Mayo	4.68	1.81	19.2	2.66	82.7
Junio	3.49	1.56	20.4	2.60	82.9
Julio	2.95	1.72	18.8	2.66	83.8
Agosto	4.36	1.94	18.2	2.72	82.8
Septiembre	4.36	2.42	17.2	2.67	82.2
Octubre	5.72	2.33	17.7	2.62	80.6
Noviembre	5.93	2.37	18.0	2.50	81.6
Diciembre	6.39	2.63	19.2	2.17	82.1
<b>Año</b>	<b>5.10</b>	<b>2.18</b>	<b>19.5</b>	<b>2.3</b>	<b>82.2</b>

En la Figura 25 se muestra en el eje X las horas de radiación solar promedio (W/m<sup>2</sup>) en el distrito de Huanchaco durante el mes de julio del año 2023, donde se aprecia que 6:00 am a 9:00 am la radiación solar se encuentre en un intervalo de 0 W/m<sup>2</sup> a 180 W/m<sup>2</sup>; de 12:00 pm a 2:00 pm la radiación llega a su hora solar pico con unos valores de 370 W/m<sup>2</sup> a 390 W/m<sup>2</sup> y de 3:00 pm a 6:00 pm la radiación empieza a descender desde los 200 W/m<sup>2</sup> hasta los 0 W/m<sup>2</sup>; por otro lado, es importante tener en cuenta que el mes de julio es el mes con el nivel más bajo de irradiación solar de todo el año. En la Figura 26 se muestra en el eje X las horas de radiación solar promedio (W/m<sup>2</sup>) en el distrito de Huanchaco durante el mes de agosto del año 2023, donde se aprecia que 6:00 am a 9:00 am la radiación solar se encuentre en un intervalo de 0 W/m<sup>2</sup> a 190 W/m<sup>2</sup>; de 12:00 pm a 2:00 pm la radiación llega a su hora solar pico con unos valores de 410 W/m<sup>2</sup> a 430 W/m<sup>2</sup> y de 3:00 pm a 6:00 pm la radiación empieza a descender desde los 380 W/m<sup>2</sup> hasta los 0 W/m<sup>2</sup>.

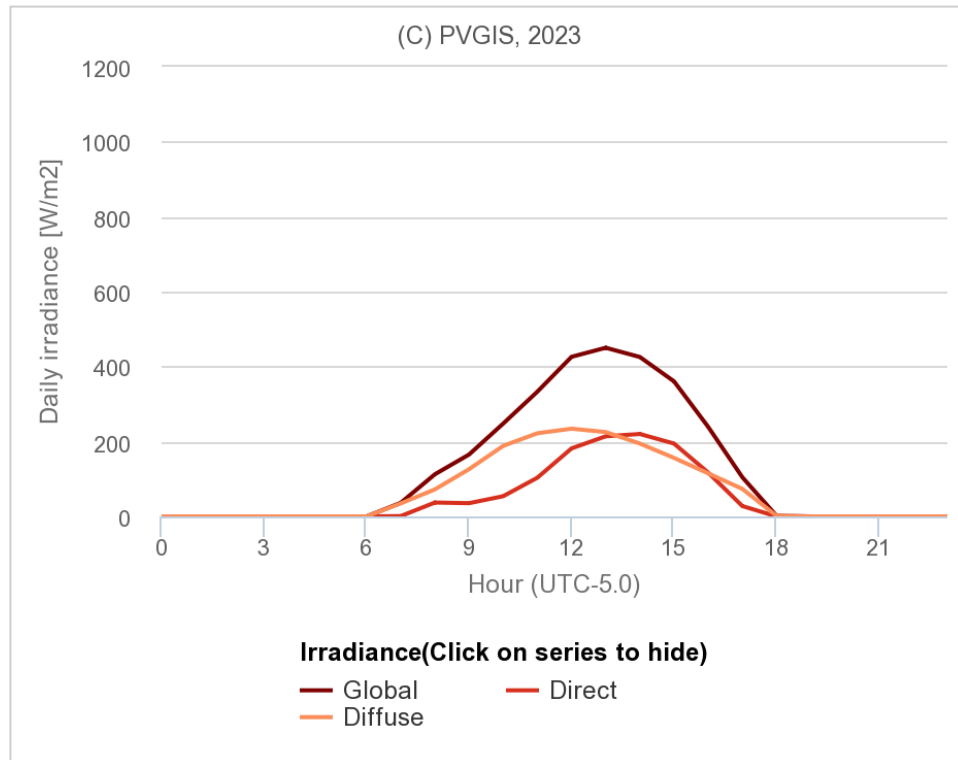
**Figura 25.**

Irradiancia media diaria del mes de julio del 2023 - PVGIS 5.2



**Figura 26.**

Irradiancia media diaria del mes de agosto del 2023 - PVGIS 5.2

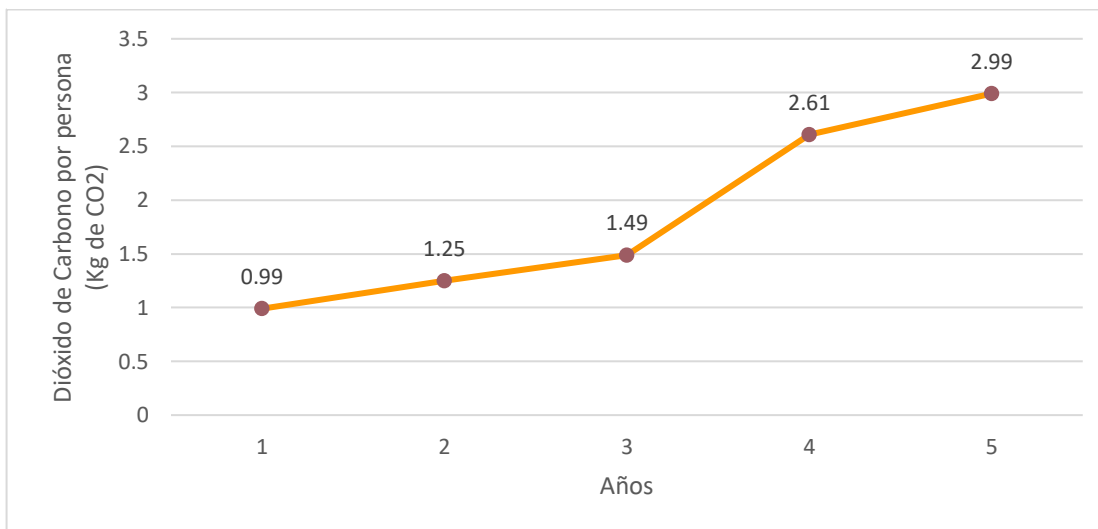


### 3.4. Cuantificar el impacto en la huella de carbono de equivalente eléctrico de un dispositivo móvil de gama media en el distrito de Huanchaco.

Luego de aplicar la fórmula para el cálculo de dióxido de carbono por electricidad (Ver Figura 27) se obtuvo que al cabo de la vida útil promedio de un dispositivo móvil de gama media se emiten 9.33 kg CO<sub>2</sub> por persona, sin embargo, si se toma en cuenta la población total del lugar de estudio que según el censo realizado por el INEI en el año 2020 es de 68 409 habitantes, la huella de carbono por el uso de un dispositivo móvil de gama media en el distrito de huanchaco al cabo de 5 años sería de 638 T de CO<sub>2</sub> (Ver Figura 28).

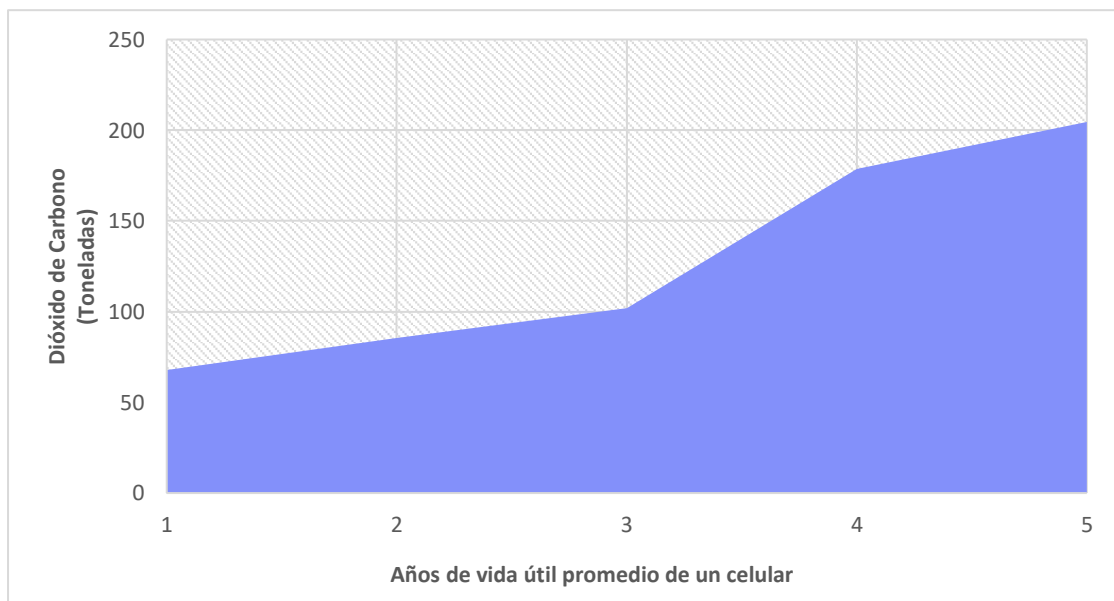
**Figura 27.**

Huella de carbono emitida por el uso de un cargador convencional por un año



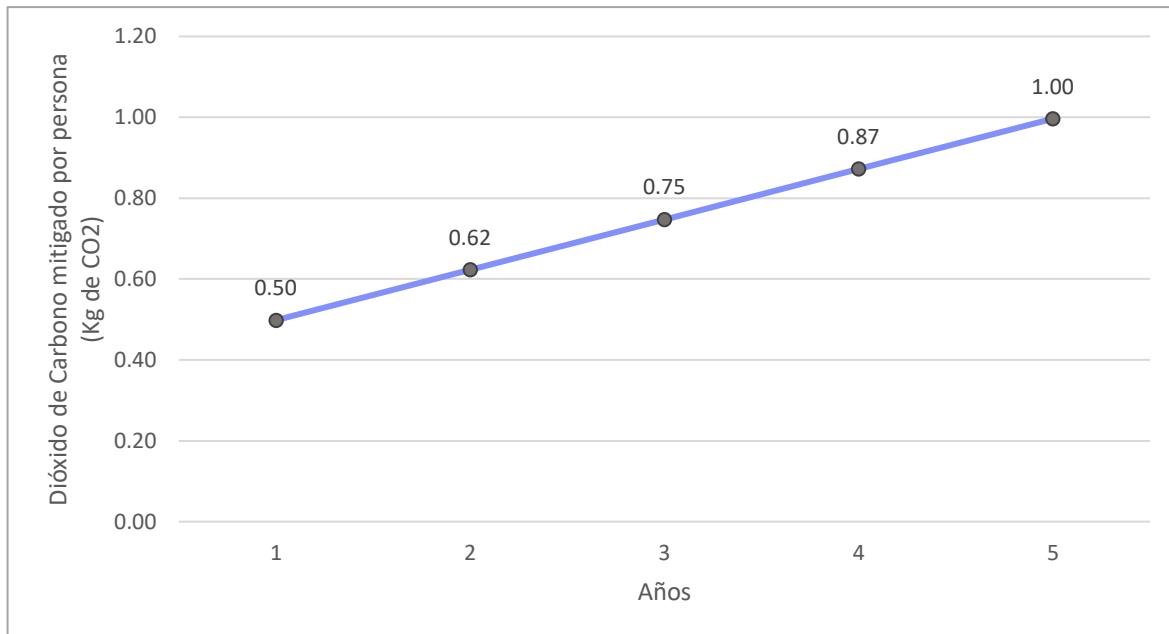
**Figura 28.**

Huella de carbono emitida por el uso de un cargador convencional por año a nivel del distrito de Huanchaco



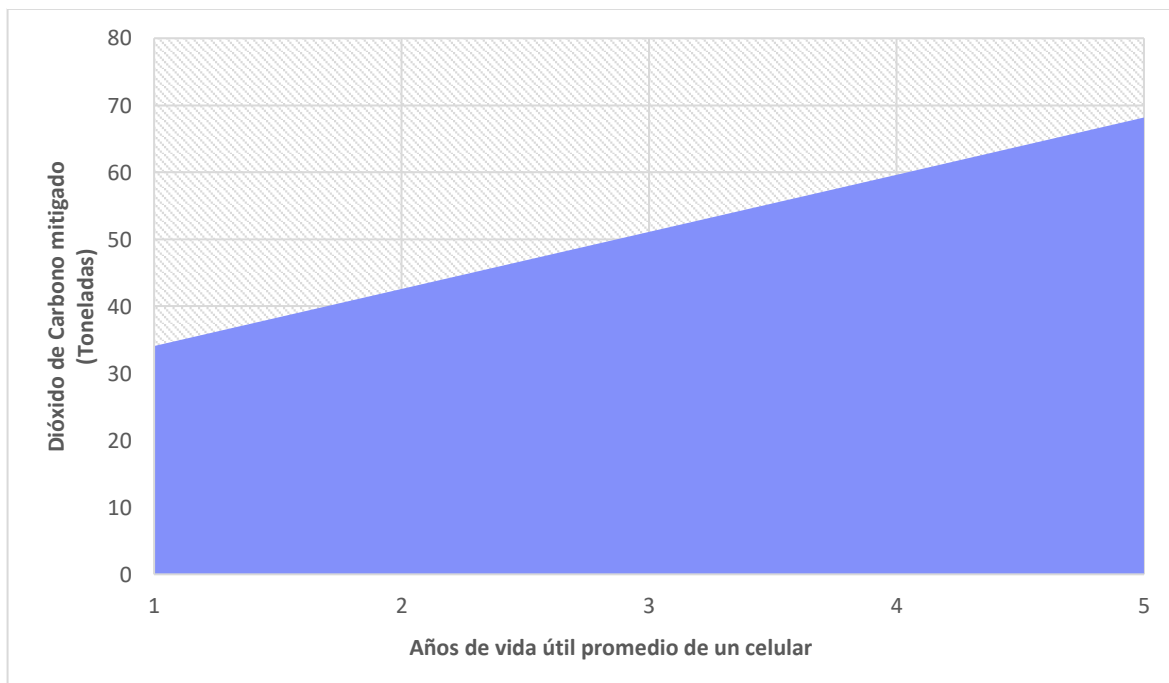
**Figura 29.**

Huella de carbono mitigada por el uso de un cargador solar



**Figura 30.**

Huella de carbono mitigada por el uso de un cargador solar por año a nivel del distrito de Huanchaco



Con el uso de un cargador solar se logran mitigar 3.74 Kg de CO<sub>2</sub> por persona a lo largo de la vida útil del dispositivo de gama media, lo que da como resultado que teniendo una población de 68 409 habitantes que corresponden al distrito de Huanchaco se logra mitigar al cabo de los 5 años un total de 256 T de CO<sub>2</sub> (Ver Figura 29 y 30).

#### IV. DISCUSIÓN

La presente investigación diseño y elaboró un cargador solar para dispositivos móviles de gama media, lo cual según el cálculo de la huella de carbono tuvo un efecto ambiental positivo, debido a que permite ahorrar una cantidad significativa de dióxido de carbono si se tiene en cuenta el número de habitantes de determinada zona geográfica y el uso de frecuencia elevado de un dispositivo móvil en la actualidad, estos datos y resultados obtenidos son similares a los de otras investigaciones, como Glogic *et al.* (2019) donde señala que el uso de un cargador en zonas con un elevado nivel de irradiación favorece el aprovechamiento de tecnologías limpias para mitigar el dióxido de carbono generado por la cargas desde la red, en su investigación realizada en diferentes países como España y Grecia determinaron que el uso de un cargador solar tiene un menor impacto ambiental en comparación con la carga desde la red; sin embargo en países como Noruega y Grecia que cuentan con electricidad obtenida de energías renovables tiene un impacto mayor (p. 1088). Existen otras investigaciones como la de Vera *et al.* (2016) donde diseñaron un cargador solar para espacios públicos generando un impacto social positivo ya que lograron difundir conciencia ecológica y la necesidad de incorporar el uso de la energía fotovoltaica en la vida cotidiana de las personas (p. 11).

Los parámetros eléctricos de los dispositivos móviles son importantes al momento de diseñar un cargador solar, ya que según Glogic *et al.* (2019) se tiene que tener en cuenta los diseños de los smartphones actuales, los cuales como el iPhone 8 tienen una capacidad de batería de 1821 mAh o el Samsung Galaxy S de 3000 mAh, por lo que es su investigación titulada “*Life cycle assessment of organic photovoltaic charger use in Europe: the role of product use intensity and irradiation*”, consideraron una carga de 2000 mAh ya que consideran que es una carga promedio o la carga parcial de una batería de mayor capacidad (p. 1089), además, al igual que en la presente investigación utilizaron un puerto USB estándar de 5V, el cual extrae 10 Wh de electricidad del cargador; por otro lado, en la presente investigación se utilizó el dispositivo móvil Xiaomi Mi 11 Lite 5G que cuenta con una capacidad de batería de 4250 mAh.

El nivel de irradiancia se tiene que tener en cuenta cuando se elaboran proyectos sobre energía fotovoltaica, para poder determinar la eficiencia que tendrán los paneles solares en determinada área geográfica, así lo sostiene Min *et al.* (2023) donde en su investigación “*Clean energy justice: Different adoption characteristics of underserved*



*communities in rooftop solar and electric vehicle chargers in Seattle*” teniendo como área de estudio a Seattle, determinaron que cuenta con un nivel de irradiancia relativamente bajo de  $<3.5 \text{ Kwh/m}^2/\text{día}$ ; pero a pesar de esto, este estado es uno de los pioneros en políticas energéticas limpias, por lo que se vienen desarrollando constantemente proyectos donde se aprovecha la energía solar pese a su bajo nivel de irradiancia, un ejemplo de esto es, el uso de los vehículos híbridos eléctricos que ara 2018 fueron de 5.83 por cada 1000 personas, ocupando el segundo lugar en Estados Unidos después de California; por otro lado según Vásquez (2021) el Perú cuenta con un gran potencial energético fotovoltaico, siendo este de 5 a  $5.5 \text{ Kwh/m}^2/\text{día}$  y hay zonas donde se llega a  $7 \text{ Kwh/m}^2/\text{día}$ . Estos datos de irradiación mencionados anteriormente coinciden con el área de estudio de la presente investigación, ya que el distrito de Huanchaco posee un nivel de irradiación promedio de  $5.10 \text{ Kwh/m}^2/\text{día}$ , con su nivel más bajo en el nivel de julio de  $2.10 \text{ Kwh/m}^2/\text{día}$  y su nivel más alto en el mes de diciembre de  $6.5 \text{ Kwh/m}^2/\text{día}$ , lo que lo convierte en una zona geográfica ideal para la elaboración y ejecución de proyectos fotovoltaicos como lo es el uso de un cargador solar a nivel de ciudad.

Nguyen *et al.* (2013), diseño un cargador solar de carga rápida y bajo costo con el conjunto fotovoltaico del techo de un vehículo, en su diseño opto por la utilización de una técnica (algoritmo) simplificada de seguimiento del punto de máxima potencia para aprovechar las ventajas de la estructura más simple del circuito y el tiempo de carga más corto que de los del cargador solar convencional, también se utilizó una batería de plomo-acido, un circuito equivalente linealizado, un convertidor Buck con un procesador digital de señales como controlador y se probó utilizando el simulador de paneles solares Elgar TerraSAS. El diseño antes mencionado es muy diferente al resultado obtenido en esta investigación ya que no se optó por el uso de una batería para almacenamiento de energía, sin embargo, si se cuenta con un cable USB, un panel solar de 10 W y un regulador integrado 7805, a pesar de ser un diseño eficiente y económico, depende de la cantidad de irradiación y horas solar pico en contraste con el diseño de Nguyen et al. (2013), quien con ayuda del algoritmo y la batería puede captar de manera más precisa la radiación y almacenarla para el uso durante las horas que no hay sol, por otro lado, una desventaja también sería la rapidez de la carga, ya que en el caso del diseño con el integrado 7805 es directamente proporcional a la potencia del panel conectado siendo muy diferente al diseño del cargador solar de carga rápida. Por otro lado, en términos económicos el cargador solar diseñado en la presente investigación se ha realizado teniendo en cuenta la realidad económica baja de la mayoría

de ciudadanos en nuestro país, por lo que es mucho más económico en comparación al cargador de carga rápida y es importante también destacar una ventaja resaltante como lo es la portabilidad, al no depender de un vehículo móvil, el cargador solar se puede llevar a todos lados.

Según Glogic *et al.* (2019) el uso de un cargador solar tiene un mayor impacto ambiental positivo en países que utilizan energía eléctrica generada u obtenida en base combustibles fósiles o en determinados grupos de personas o ciudades donde el uso del celular es de manera masiva, ya que por el uso exorbitante del celular o dispositivo móvil (DM) es que se requiere un mayor número de cargas, por lo tanto, existe una mayor emisión de GEI a la atmosfera por consumo energético, emisiones que serán mitigadas significativamente con el uso del cargador solar. Esto se rectificó al momento de realizar y analizar los datos obtenidos en la investigación, ya que se llega a encontrar datos resaltantes como la cantidad de HC que se podría mitigar si todos los pobladores de la ciudad de Huanchaco reemplazaran un cargador convencional por un cargador solar.

## V. CONCLUSIONES

Se diseñó y elaboró un cargador solar para dispositivos móviles de gama media, el cual impacta de manera significativa en la HC de equivalente eléctrico, debido a que a lo largo de su vida útil por persona logra emitir 9.33 kg de CO<sub>2</sub>, por otro lado, se obtiene un resultado de mayor impacto si se toma en cuenta el número de habitantes de un determinado lugar, en el caso de la investigación Huanchaco, logrando una mitigación de 256 T de CO<sub>2</sub>.

Los parámetros eléctricos del dispositivo móvil Xiaomi Mi 11 Lite 5G, usado en la presente investigación fueron de 5 V y 6.6 A.

De los cuatro diseños de circuitos eléctricos de un cargador solar para dispositivos móviles de gama media se escogió el diseño más eficiente y económico, y fue el diseño número tres, debido a que la energía perdida es de 0.02 Wh, la energía de carga es de 3.79 Wh y el costo final del cargador es de 6 soles. Así mismo, el diseño del Circuito número cuatro también posee una pérdida mínima de energía con una energía de carga de 6.02 Wh, sin embargo, el costo total del cargador solar es de 25 soles, un poco mayor al Circuito número tres. Por otro lado, existe una pérdida de energía en los Circuitos número 2,1, por lo que se determinó que no son eficientes en cuestiones técnicas y ambientales, ya que existe una pérdida de energía que ocasiona un impacto negativo en la HC.

La radiación solar en el distrito de Huanchaco es adecuada para el uso de un cargador solar debido a que por su ubicación geográfica tiene una radiación promedio de 5.10 KWh/m<sup>2</sup>/día, siendo 2.95 KWh/m<sup>2</sup>/día la radiación más baja correspondiente al mes de julio y 6.39 KWh/m<sup>2</sup>/día la radiación más alta correspondiente al mes de diciembre.

La HC de equivalente eléctrico en el distrito de Huanchaco de un dispositivo móvil de gama media al cabo de su vida útil como es el celular Xiaomi Mi 11 Lite 5G modelo M2101K9G es significativa, debido a que el distrito de Huanchaco posee una población de 68 409 habitantes, lo que da como resultado un total de 638 T de CO<sub>2</sub> al cabo de la vida útil un cargador convencional, logrando mitigar 256 T de CO<sub>2</sub> con el uso de un cargador solar que equivale al 40% del total.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda para futuras investigaciones utilizar un panel solar con mayor potencia para reducir el tiempo de carga.
- Utilizar la técnica de la teledetección solar de manera predictiva a fin de estimar la capacidad en determinada área geográfica para poder evaluar la capacidad y eficiencia del uso de un cargador solar.
- Se recomienda usar cargadores solares de mayor potencia donde se ponga en uso el circuito número 4 para la elaboración de estaciones solares de carga de celular en instituciones educativas o empresas.
- Es importante tener en cuenta la polaridad del panel solar durante la prueba de circuitos y elaboración del diseño de un cargador solar, para evitar deterioro de materiales.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Charles, A. y Matthew, S. (2013). *Fundamentos de circuitos eléctricos*. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA.  
<https://www.latecnicalf.com.ar/descargas/material/electrotecnia/Fundamentos%20de%20circuitos%20el%C3%A9ctricos,%205ta.%20Edici%C3%B3n%20-%20Charles%20K.%20Alexander.pdf>
- ¿Cómo se mide el consumo de energía eléctrica? (2017, 21 febrero). Programa de Rehabilitación de Redes Eléctricas.  
<https://redeselectricasrd.cdeee.gob.do/como-se-mide-el-consumo-de-energia-electrica/>
- Cómo se calcula la radiación solar—Ayuda | ArcGIS for Desktop. (s. f.).  
<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-solar-radiation-is-calculated.htm>
- Comulada, W. S., Swendeman, D. y Wu, N. (2016). Cell phone-based ecological momentary assessment of substance use context for Latino youth in outpatient treatment: Who, what, when and where. *Drug and Alcohol Dependence*, 167, 207-213.  
<https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2016.08.623>
- Comulada, W. S., Swendeman, D., y Wu, N. (2016). Cell phone-based ecological momentary assessment of substance use context for Latino youth in outpatient treatment: Who, what, when and where. *Drug and Alcohol Dependence*, 167, 207–213. <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2016.08.623>
- Das, S. y Mao, E. (2020). The global energy footprint of information and communication technology electronics in connected Internet-of-Things devices. *Sustainable Energy, Grids and Networks*, 24, 100408. <https://doi.org/10.1016/j.segan.2020.100408>
- Dridi, C., Touafek, N. y Mahamdi, R. (2022). Inverted PTB7:PC70BM bulk heterojunction solar cell device simulations for various inorganic hole transport materials. *Optik*, 252, 168447. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2021.168447>
- Fernández, Y. (2022, 16 febrero). Tiempo de uso en Android: cómo saber cuánto tiempo pasas en el móvil y qué apps usas más. Xataka.  
<https://www.xataka.com/basics/tiempo-uso-android-como-saber-cuanto-tiempo->

pasas-movil-que-apps-usas

- García, A., y Peñuela, L. (2019). Diseño e implementación de un sistema de paneles solares como prueba piloto para suministro energético de dispositivos móviles, en la Universidad Santo Tomás, Sede Villavicencio Campus Loma Linda [Tesis de Pre Grado, Universidad Santo Tomás].  
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/17565/2019alexandragarcia?sequence=1&isAllowed=y>
- Glogic, E., Weyand, S., Tsang, M., Young, S. B., Schebek, L., y Sonnemann, G. (2019). Life cycle assessment of organic photovoltaic charger use in Europe: the role of product use intensity and irradiation. *Journal of Cleaner Production*, 233, 1088-1096.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.155>
- González, E., Silva, N., Gaona, F., y Manabe, A. (2019). Implementación de Módulos Electrónicos para Optimización de Energía Renovable en Redes de Sensores.
- González, E., Silva, N., Gaona, F., y Manabe, A. (2019). Implementación de Módulos Electrónicos para Optimización de Energía Renovable en Redes de Sensores.
- Gutiérrez Alvarez, J. (2021). Diseño de un modelo para cuantificar la huella de carbono de jóvenes universitarios consumidores de marketing digital.
- Huella de carbono. (s. f.). [mma.gob.cl. https://mma.gob.cl/cambio-climatico/cc-02-7-huella-de-carbono/](https://mma.gob.cl/cambio-climatico/cc-02-7-huella-de-carbono/)
- Inga, J., y Chilicasepa, M. (2020). Implementación de un programa de educación ambiental para reducir la huella de carbono en la Institución Educativa Adventista Americana, Juliaca [Tesis de Pre Grado, Universidad Peruana Unión].  
[https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/2038/Gloria\\_Trabajo\\_Academico\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/2038/Gloria_Trabajo_Academico_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Júdice, P. B., Magalhães, J. P., Rosa, G. B., Henriques-Neto, D., Hetherington-Rauth, M. y Sardinha, L. B. (2021). Sensor-based physical activity, sedentary time, and reported cell phone screen time: A hierarchy of correlates in youth. *Journal of Sport and Health Science*, 10(1), 55-64. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.03.003>
- Medición de la Radiación Solar | PVEducation. (s. f.-b).

<https://www.pveducation.org/es/fotovoltaica/2-propiedades-de-la-luz-del-sol/medici%C3%B3n-de-la-radiaci%C3%B3n-solar>

Mendoza, J. L. (2019). Sistema Electronico portátil para la recarga eléctrica de dispositivos móviles mediante la captación de energía electromagnética [Tesis de pre grado, Universidad Tecnica de Ambato].

[http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29992/1/Tesis\\_t1607ec.pdf](http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29992/1/Tesis_t1607ec.pdf)

Min, Y., Lee, H. W., y Hurvitz, P. M. (2023). Clean Energy Justice: Different adoption characteristics of underserved communities in rooftop solar and electric vehicle chargers in Seattle. *Energy Research & Social Science*, 96, 102931.

<https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102931>

Mynko, O., Amghizar, I., Brown, D. J., Chen, L., Marin, G. B., de Alvarenga, R. F., Uslu, D. C., Dewulf, J. y Van Geem, K. M. (2022). Reducing CO2 emissions of existing ethylene plants: Evaluation of different revamp strategies to reduce global CO2 emission by 100 million tonnes. *Journal of Cleaner Production*, 362, 132127.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132127>

Nguyen, T., Kim, H., Lee, G. H., y Choi, W. (2013). Design and implementation of the low cost and fast solar charger with the rooftop PV array of the vehicle. *Solar Energy*, 96, 83–95. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2013.07.006>

Olano, S. y Pérez, A. (2019). Implementación de un cargador solar prototipo para baterías de equipos electrónicos en el campus de la universidad Nacional de Jaén [Tesis de pre grado, Universidad Nacional de Jaen].

[https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/75/1/Olano\\_CSL\\_P%C3%A9rez\\_CAM.pdf](https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/75/1/Olano_CSL_P%C3%A9rez_CAM.pdf)

Olivares, A. (2018). Consumo energético domiciliario responsable, caso vivienda Cusco. *Rev Yachay*, 7(1),302-309.

Rocabado, S. (2020). Optimización del consumo energético en dispositivos móviles para su uso en zonas rurales aisladas abastecidas con energía solar fotovoltaica [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de la Plata].

[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/103588/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/103588/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Rocabado, S., Cadena, C., Binda, A., y Sanchez, E. (2017). Propuesta para el uso de dispositivos móviles abastecidos con energía solar fotovoltaica en escuelas rurales aisladas. XXIV Simposio Peruano de Energía Solar y Del Ambiente (XXIV- SPES).
- Saborío-Corea, M. F. (2019). Diseño de un sistema de respaldo energético con celdas fotovoltaicas para la reducción de la huella de carbono en la Planta Hidroeléctrica Platanar, San Carlos-Costa Rica. *Tecnológico Nacional de México En Celaya*, 41(133), 520–539.
- Tyler, K. A. y Schmitz, R. M. (2017). Using cell phones for data collection: Benefits, outcomes, and intervention possibilities with homeless youth. *Children and Youth Services Review*, 76, 59-64. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2017.02.031>
- Vasquez, U. (2021). Estiman que el potencial renovable en Perú es mayor a 90 GW de potencia. *Energía Estratégica*. <https://www.energiaestrategica.com/estiman-que-el-potencial-renovable-en-peru-es-mayor-a-90-gw-de-potencia/#:~:text=%E2%80%9CEn%20Per%C3%BA%20tenemos%20un%20gran,x%20m2%E2%80%9D%2C%20manifest%C3%B3>.
- Vera, L. H. (2016). Equipamiento multipropósito para el espacio público: cargador solar para dispositivos móviles. <http://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/27882>
- Wadhwa, C. (2012). *Electrical Power Systems*. New Academic Science Limited. <https://handoutset.com/wp-content/uploads/2022/02/Electrical-Power-Systems-by-C.-L.-Wadhwa.pdf>
- Webedia Brand Services. (2017, 21 abril). El número más importante de la batería de tu móvil que debes conocer. Xataka. <https://www.xataka.com/tecnologiaz/en/el-numero-mas-importante-de-la-bateria-de-tu-movil-que-debes-conocer>
- Yung, W. K., Muthu, S. S. y Subramanian, K. (2018). Carbon Footprint Analysis of personal Electronic Product—Induction Cooker. *Environmental Carbon Footprints*, 113-140. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-812849-7.00005-2>
- Zhiyi, Y., Tianduo, P. y Xunmin, O. (2017). Scenario Analysis on CO<sub>2</sub>-equivalent Emissions from Alternative Mobile Air Conditioning Refrigerants in China. *Energy Procedia*, 142, 2617-2623. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.12.201>



## ANEXOS

Anexo 1: Instrumentos de recolección de la información

### Ficha técnica del celular Xiaomi Mi 11 Lite 5G 128GB



#### Ficha técnica

Red	5G
Pantalla	6.55"
Capacidad	128GB
Memoria	8GB
Batería	4250 mAh
Cámara Trasera	Triple 64 + 8 + 5 MP
Cámara Frontal	20 MP
SIM	Dual (NanoSIM + NanoSIM)
Audio 3.5	No
NFC	Sí
Conexión	USB-C

Anexo 12: Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escala de Medición
<b>Variable Independiente</b>						
Cargador solar	Es un dispositivo portátil que permite transformar la energía solar fotovoltaica en energía eléctrica, que pueda ser utilizada por los dispositivos eléctricos compuestos por placas solares, baterías y circuitos eléctricos (Vera, pilar, rabión, 2015)	Es un equipo diseñado para controlar los parámetros eléctricos de carga de batería de teléfonos celulares	- Circuito eléctrico	Circuito eléctrico elaborado	1 unidad	Circuito terminado
			- Parámetros eléctricos	Voltaje y corriente	Multimetro	Volteos y Amperios
			- Radiación solar	Cantidad de radiación solar	Arcgis, teledetección	Watt /m2
<b>Variable Independiente</b>						
Huella de carbono	Es la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera derivados de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios (Pandey et al., 2010; Wiedmann, 2009), y es considerada una de las más importantes herramientas para cuantificar las emisiones de dichos gases	Es la equivalencia de <u>CO2</u> emitido respecto a la cantidad de energía eléctrica en <u>Kws</u> hora	- Huella de carbono de un dispositivo móvil	Equivalente Eléctrico	- Arcgis	Watt /m2
			- Consumo energético de un dispositivo móvil	Cantidad de energía/ unidad de tiempo	- Multimetro	Volteos y Amperios
			- Parámetros eléctricos de un dispositivo móvil	Voltaje y corriente	- Multimetro	Volteos y Amperios

Anexo 14: Matriz de consistencia

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
Diseño y elaboración de un cargador solar para dispositivos móviles y su impacto en la huella de carbono de equivalente eléctrico. Huanchaco-2023	<p><b>Problema General:</b></p> <p>¿Cuál es el impacto en la huella de carbono de equivalente eléctrico de un cargador solar diseñado y elaborado para dispositivos móviles en Huanchaco 2023?</p>	<p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>El impacto en la huella de carbono de equivalente eléctrico de un cargador solar diseñado y elaborado para dispositivos móviles es significativo</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Cuantificar el impacto en la huella de carbono de equivalente eléctrico de un cargador solar diseñado y elaborado para dispositivos móviles</p>	<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Cargador solar</p>	<p>- Circuito eléctrico</p> <p>- Parámetros eléctricos</p> <p>- Radiación solar</p>	<p><b>Tipo: Aplicada/ Explicativa</b></p> <p><b>Métodos: Inductivo/ deductivo</b></p> <p><b>Población y muestra:</b></p> <p>-Cargador solar</p> <p>-Cargador solar de gama media elaborado y diseñado</p> <p><b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</b> Observación, inducción, deducción</p> <p><b>Métodos de análisis de investigación:</b> Se procesarán y analizarán los datos en los softwares Excel, Argis Pro, Teledetección Mapas.</p>
	<p><b>Problemas Específicos:</b></p> <p>¿cuál será el diseño de un cargador solar para dispositivos móviles de gama media?</p> <p>¿Cuáles serán los parámetros eléctricos de un dispositivo móvil de gama media?</p> <p>¿Cuál será el impacto en la huella de carbono de equivalente eléctrico de un dispositivo móvil de gama media en el distrito de huanchaco?</p> <p>¿Cuál será la radiación solar en el distrito de Huanchaco?</p>		<p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <p>-Diseñar y elaborar cargador solar para dispositivos móviles de gama media.</p> <p>-Determinar los parámetros eléctricos de un dispositivo móvil de gama media.</p> <p>- Cuantificar el impacto en la huella de carbono de equivalente eléctrico de un dispositivo móvil de gama media en el distrito de huanchaco.</p> <p>- Determinar la radiación solar en el distrito de huanchaco</p>	<p><b>Variable Dependiente:</b></p> <p>Huella de carbono</p>	<p>- Huella de carbono de un dispositivo móvil</p> <p>- Consumo energético de un dispositivo móvil</p> <p>- Parámetros eléctricos de un dispositivo móvil</p>	

# INFORME DE TESIS - QUILCATE ABANTO MARIA DEL CARMEN

## INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.uct.edu.pe">repositorio.uct.edu.pe</a> Fuente de Internet	4%
2	<a href="http://sedici.unlp.edu.ar">sedici.unlp.edu.ar</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://archive.org">archive.org</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://www.xataka.com">www.xataka.com</a> Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC Trabajo del estudiante	1%
6	<a href="http://vsip.info">vsip.info</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="http://repositorio.uchile.cl">repositorio.uchile.cl</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	

<1 %

10

[repositorio.ucv.edu.pe](https://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

11

[www.eluniversaledomex.mx](http://www.eluniversaledomex.mx)

Fuente de Internet

<1 %

12

Submitted to Instituto Tecnológico de Costa Rica

Trabajo del estudiante

<1 %

13

[doku.pub](https://doku.pub)

Fuente de Internet

<1 %

14

[repository.unipiloto.edu.co](https://repository.unipiloto.edu.co)

Fuente de Internet

<1 %

15

[repositorio.uta.edu.ec](https://repositorio.uta.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

16

[repositorioinstitucional.ufpso.edu.co](https://repositorioinstitucional.ufpso.edu.co)

Fuente de Internet

<1 %

17

[repositorio.upa.edu.pe](https://repositorio.upa.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

18

Submitted to Universidad Católica de Trujillo

Trabajo del estudiante

<1 %

19

[repositorio.uti.edu.ec](https://repositorio.uti.edu.ec)

Fuente de Internet

<1 %

20

[saberimas.umich.mx](https://saberimas.umich.mx)

Fuente de Internet

<1 %

21 [senie.azc.uam.mx](http://senie.azc.uam.mx)  
Fuente de Internet

<1 %

22 [tesis.usat.edu.pe](http://tesis.usat.edu.pe)  
Fuente de Internet

<1 %

23 [1library.co](http://1library.co)  
Fuente de Internet

<1 %

24 [repositorio.unsaac.edu.pe](http://repositorio.unsaac.edu.pe)  
Fuente de Internet

<1 %

25 [doaj.org](http://doaj.org)  
Fuente de Internet

<1 %

26 [qdoc.tips](http://qdoc.tips)  
Fuente de Internet

<1 %

27 Submitted to Universidad Técnica Nacional de  
Costa Rica  
Trabajo del estudiante

<1 %

28 [prezi.com](http://prezi.com)  
Fuente de Internet

<1 %

29 Submitted to Escuela Politecnica Nacional  
Trabajo del estudiante

<1 %

30 [hdl.handle.net](http://hdl.handle.net)  
Fuente de Internet

<1 %

31 [repositorio.uan.edu.co](http://repositorio.uan.edu.co)  
Fuente de Internet

<1 %

32

[riuma.uma.es](http://riuma.uma.es)

Fuente de Internet

<1 %

33

[www.etrasa.com](http://www.etrasa.com)

Fuente de Internet

<1 %

34

[acervodigital.ufpr.br](http://acervodigital.ufpr.br)

Fuente de Internet

<1 %

35

[www.dspace.uce.edu.ec:8080](http://www.dspace.uce.edu.ec:8080)

Fuente de Internet

<1 %

36

[www.zensol.com](http://www.zensol.com)

Fuente de Internet

<1 %

37

[patents.google.com](http://patents.google.com)

Fuente de Internet

<1 %

38

[repositorio.unne.edu.ar](http://repositorio.unne.edu.ar)

Fuente de Internet

<1 %

39

[repository.uaeh.edu.mx](http://repository.uaeh.edu.mx)

Fuente de Internet

<1 %

40

[tesis.pucp.edu.pe](http://tesis.pucp.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

41

[www.fao.org](http://www.fao.org)

Fuente de Internet

<1 %

42

[www.przetargi.info](http://www.przetargi.info)

Fuente de Internet

<1 %

43

[www.quimica.izt.uam.mx](http://www.quimica.izt.uam.mx)  
Fuente de Internet

<1 %

---

44

[www.xalapa.gob.mx](http://www.xalapa.gob.mx)  
Fuente de Internet

<1 %

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo