

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



TESIS

**“APLICACIÓN DEL PROTOTIPO DE UNA BALDOSA
PIEZOELÉCTRICA PARA MEJORAR LA GENERACIÓN DE
ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE EN LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL CALLAO – CALLAO”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRICISTA**

AUTORES:

Bach. AREVALO VALLE, KEVYN ARNOLD

Bach. BARRIENTOS CASTILLO, JOAN FRANCO

Bach. TINOCO CASTILLO, ANTHONNY ALBERTO

ASESOR:

Dr. Ing. RUBIÑOS JIMÉNEZ, SANTIAGO LINDER





Callao, 2023

PERÚ

Document Information

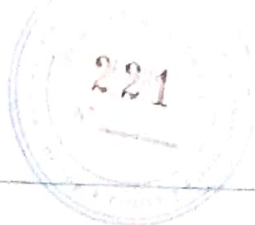
Analyzed document	APLICACIÓN DEL PROTOTIPO DE UNA BALDOSA PIEZOELÉCTRICA PARA MEJORAR LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO-CALLAO.docx (D166262306)
Submitted	2023-05-08 16:56:00
Submitted by	
Submitter email	kevyn.arevalo@gmail.com
Similarity	1%
Analysis address	fiie.investigacion.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	TRABAJO DE GRADO-Chandi_Israel_Capitulo1_Capitulo2_Capitulo3.pdf Document TRABAJO DE GRADO-Chandi_Israel_Capitulo1_Capitulo2_Capitulo3.pdf (D155154059)		5
SA	VILCA JULCAMORO DILAN MAYQUI PT.docx Document VILCA JULCAMORO DILAN MAYQUI PT.docx (D120161984)		1
SA	Tesis 26 agosto 22-1.pdf Document Tesis 26 agosto 22-1.pdf (D143414253)		2
SA	DISEÑO GEO LOCALIZADOR IMPLEMENTADO EN UN ZAPATO PARA PERSONAS CON ALZHEIMER, ALIMENTADO CON ENERGÍA PIEZOELÉCTRICA.docx Document DISEÑO GEO LOCALIZADOR IMPLEMENTADO EN UN ZAPATO PARA PERSONAS CON ALZHEIMER, ALIMENTADO CON ENERGÍA PIEZOELÉCTRICA.docx (D130847113)		1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA ESCUELA PROFESIONAL DE ELÉCTRICA
"APLICACIÓN DEL PROTOTIPO DE UNA BALDOSA PIEZOELÉCTRICA PARA MEJORAR LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO-CALLAO" TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE INGENIERO ELECTRICISTA
AUTOR: AREVALO VALLE, Kevyn Arnold TINOCO CASTILLO, Anthony Alberto BARRIENTOS CASTILLO, Joan Franco ASESOR: Dr. SANTIAGO LINDER RUBIÑOS JIMENEZ
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Callao, 2023 PERÚ
INFORMACIÓN BÁSICA FACULTAD FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA TÍTULO "APLICACIÓN DEL PROTOTIPO DE UNA BALDOSA PIEZOELÉCTRICA PARA MEJORAR LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO" AUTOR(ES) AREVALO VALLE, Kevyn Arnold TINOCO CASTILLO, Anthony Alberto BARRIENTOS CASTILLO, Joan Franco ASESOR Dr. SANTIAGO LINDER, RUBIÑOZ JIMENEZ LUGAR DE EJECUCIÓN CALLAO TIPO DE INVESTIGACIÓN TIPO APLICADA, CUANTITATIVO, NIVEL DESCRIPTIVO-CORRELACIONAL UNIDADES DE ANÁLISIS EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO-CALLAO PERIODO DE EJECUCIÓN DE OCHO (8) A DIEZ (10) MESES
HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACION DEDICATORIA



FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL POR LA MODALIDAD DE
TESIS SIN CICLO DE TESIS

A los 12 días del mes de junio del 2023 siendo las 13:00 horas se reunió el Jurado Examinador de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica conformado por los siguientes Docentes Ordinarios de la Universidad Nacional del Callao, (Resolución Decanal N°091-2023-DFIEE)

Dr. Ing. MARCELO CARLOS DAMAS FLORES	Presidente
Mg. Ing. PEDRO ANTONIO SÁNCHEZ HUAPAYA	Secretario
Mg. Lic. ANTENOR LEVA APAZA	Vocal
Dr. Ing. FERNANDO MENDOZA APAZA	Suplente

Asimismo el miembro Suplente Dr. Ing. Fernando Mendoza Apaza, no asistió; con ello se dio inicio a la exposición de Tesis de los señores Bachilleres AREVALO VALLE, Kevyn Arnold; BARRIENTOS CASTILLO, Joan Franco y TINOCO CASTILLO, Anthony Alberto quienes habiendo cumplido con los requisitos para obtener el Título Profesional de Ingeniería Eléctrica tal como lo señalan los Arts. N° 12 al 15 del Reglamento de Grados y Títulos, sustentarán la Tesis Titulada "APLICACIÓN DEL PROTOTIPO DE UNA BALDOSA PIEZOELÉCTRICA PARA MEJORAR LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO- CALLAO" con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición, considerando lo establecido en los Art. N° 14 y 17 del Reglamento de Grados y Títulos dado por Resolución N° 047-92-CU, en el Capítulo N° 06, corresponde al otorgamiento del Título Profesional con Tesis, efectuadas las deliberaciones pertinentes se acordó:

Dar por APROBADO..... Calificativo..... BUENO..... nota:..... 14..... a los expositores AREVALO VALLE, Kevyn Arnold; BARRIENTOS CASTILLO, Joan Franco y TINOCO CASTILLO, Anthony Alberto con lo cual se dio por concluida la sesión, siendo las 14:00 horas del día del mes y año en curso.

Es copia fiel del folio N° 221 del Libro de Actas N° II de Sustentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica – UNAC.


.....
Dr. Ing. MARCELO CARLOS DAMAS FLORES
PRESIDENTE


.....
Mg. Ing. PEDRO ANTONIO SÁNCHEZ HUAPAYA
SECRETARIO


.....
Mg. Lic. ANTENOR LEVA APAZA
VOCAL

.....
SUPLENTE

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

Por medio del presente documento, autorizo la publicación del texto completo de la tesis de pre grado en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Callao, de conformidad señalado en el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Reglamento Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades - RENATI resolución N° 033-2016-SUNEDU/CD, de fecha 08.09.16; para lo cual especifico la siguiente información:

<u>DATOS PERSONALES</u>	
APELLIDOS Y NOMBRES	AREVALO VALLE, KEVYN ARNOLD
DNI	70272540
TELÉFONO	969422803
E-MAIL	kevyn.arevalo@gmail.com

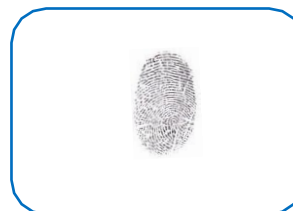
<u>DATOS ACADÉMICOS</u>	
<u>PREGRADO</u>	
FACULTAD	FIEE
ESCUELA PROFESIONAL	INGENIERÍA ELÉCTRICA
GRADO ACADEMICO	BACHILLER EN INGENIERÍA ELÉCTRICA
TITULO PROFESIONAL	
OBSERVACIONES/ PRECISIONES	

<u>DATOS DE LA TESIS</u>	
TÍTULO	“APLICACIÓN DEL PROTOTIPO DE UNA BALDOSA PIEZOELÉCTRICA PARA MEJORAR LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO – CALLAO”
AÑO DE PUBLICACIÓN	2023
OBSERVACIONES/ PRECISIONES	TESIS GRUPAL SUSTENTADA POR LOS BACHILLERES: - AREVALO VALLE, KEVYN ARNOLD - BARRIENTOS CASTILLO, JOAN FRANCO - TINOCO CASTILLO, ANTHONNY ALBERTO
TIPO DE ACCESO PARA LA TESIS	ACCESO ABIERTO

Nota: Todo el dato consignado tiene carácter de Declaración Jurada.



FIRMA



HUELLA DIGITAL

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

PRESIDENTE : Dr. Ing. Marcelo Carlos Damas Flores
SECRETARIO : Mg. Ing. Pedro Antonio Sánchez Huapaya
VOCAL : Mg. Lic. Antenor Leva Apaza

ASESOR : Dr. Ing. Santiago Linder Rubiños Jiménez

DEDICATORIA

La presente investigación está dedicada a nuestros familiares, docentes y amigos que nos han brindado el soporte necesario a lo largo de nuestra formación universitaria.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Universidad Nacional del Callao por darnos la oportunidad de desarrollarnos profesionalmente y a nuestros docentes de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica por los conocimientos compartidos.

ÍNDICE

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE	vii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1. Realidad Problemática	4
1.2. Formulación del Problema	4
1.3. Objetivos	5
1.4. Justificación	5
1.5. Limitantes de la Investigación	6
II. MARCO TEORICO	9
2.1. Antecedentes: Internacionales y Nacionales	9
2.2. Bases Teóricas	13
2.3. Teorías relacionadas con el tema	21
2.4. Definición de Términos básicos	30
III. HIPOTESIS	32
3.1. Hipótesis	32
3.2. Definición Conceptual de Variables	32
3.2.1. Operacionalización de Variables	33
IV. DISEÑO METODOLOGICO	34
4.1. Tipo y diseño de Investigación	34
4.2. Método de Investigación	35
4.3. Población y muestra	35

4.4. Lugar de Estudio	36
4.5. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de la Información, Validez y Confiabilidad	36
4.6. Análisis y procesamiento de Datos	38
4.7. Aspectos Éticos	39
V. RESULTADOS	40
5.1. Resultados descriptivos	40
5.2. Resultados inferenciales	46
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	50
6.1. Contrastación y demostración de a hipótesis con los resultados	50
6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares	50
6.3. Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes	52
VII. CONCLUSIONES	53
VIII. RECOMENDACIONES	54
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	55
ANEXOS	64
Matriz de Consistencia	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades Piezoeléctricas	18
Tabla 2. Frecuencia de resonancia	19
Tabla 3. Operacionalización de las Variables	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Circuito de almacenamiento para el piezoeléctrico	17
Figura 2. recolectores de energía piezoeléctricos integrado en baldosas	17
Figura 3. Funcionamiento de la baldosa piezoeléctrica	18
Figura 4. Conexión de los piezoeléctricos en serie	20
Figura 5. Conexión de los piezoeléctricos en paralelo	21

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo principal aplicar el prototipo de una baldosa piezoeléctrica para mejorar la generación de energía eléctrica renovable en la Universidad Nacional del Callao. La metodología adoptada fue de enfoque cuantitativo y de tipo pre experimental transversal, y se seleccionó todos los fluorescentes de la Universidad Nacional del Callao. como población de estudio, con una muestra de 36 fluorescentes. Para la recolección de datos, se utilizó una encuesta y un cuestionario como instrumento. Los resultados obtenidos demuestran que la implementación del prototipo de baldosa piezoeléctrica es una solución innovadora que mejoraría la producción de energía eléctrica renovable.

Palabras clave: baldosa piezoeléctrica, energía eléctrica, coeficientes piezoeléctricos, ampliaciones de transmisiones.

ABSTRACT

The main objective of this study was to apply the prototype of a piezoelectric tile to improve the generation of renewable electric energy at the National University of Callao. The methodology adopted was a quantitative and pre-experimental cross-sectional approach, and all the fluorescent lights of the National University of Callao were selected as the study population, with a sample of 36 fluorescent lights. For data collection, a survey and a questionnaire were used as instruments. The results obtained show that the implementation of the piezoelectric tile prototype is an innovative solution that would improve the production of renewable electrical energy.

Keywords: piezoelectric tile, electric power, piezoelectric coefficients, transmission amplifications.

INTRODUCCIÓN

Los planes de conservación de energía y la implementación de tecnologías de energía renovable deben ser el énfasis de la investigación y el desarrollo en todo el mundo, aunque la producción de energía alternativa puede generar electricidad sin causar contaminación, adolece de ciertas limitaciones (Jettanasen, et al., 2022). Por ello debe ocurrir la creación de nuevas opciones para satisfacer las crecientes necesidades energéticas, lo que conduce a un incremento imprescindible en la I+D para apoyar la generación de energía (Urroz, et al., 2019). Los científicos están investigando formas de generar energía a partir de fuentes alternativas que sean renovables y sostenibles, de modo que se reduzca la dependencia de los seres humanos de las fuentes de energía no renovables (Vicente, y otros, 2020). La recolección de energía vibracional es un método altamente eficiente y conciso para recolectar energía. Existen principalmente tres tipos de recolección de energía de vibración: piezoeléctrica, electromagnética y electrostática (Wang, et al., 2018). En la última década, se ha prestado una enorme atención a los recolectores piezoeléctricos debido a su flexibilidad en el diseño y la creciente necesidad de generación de energía a pequeña escala. Como resultado, muchos investigadores han presentado varios artículos de revisión de energía para cubrir diferentes aspectos de la recolección de energía basada en piezoeléctricos (Ghazanfarian, et al., 2021). Los materiales piezoeléctricos pueden recolectar energía mecánica en forma de energía eléctrica que alimenta los dispositivos electrónicos asociados (Piezoelectric materials for sustainable buildings structures: Fundamentals and applications, 2019). La piezoelectricidad es considerada como aquel fenómeno que, a través de tensiones mecánicas en ciertos tipos de cristales, generan una polarización eléctrica en su masa y en consecuencia crean cargas eléctricas en su superficie (Árevalo, y otros, 2019). Debido a sus excelentes propiedades de conversión de energía de mecánica a eléctrica y viceversa, los materiales piezoeléctricos con alto coeficiente de tensión y carga piezoeléctrica se han probado en aplicaciones de energía renovable (Aabid, et al., 2021). (Jettanasen, et al., 2022). Por ello debe ocurrir la creación de nuevas

opciones para satisfacer las crecientes necesidades energéticas, lo que conduce a un incremento imprescindible en la I+D para apoyar la generación de energía (Urroz, et al., 2019). Los científicos están investigando formas de generar energía a partir de fuentes alternativas que sean renovables y sostenibles, de modo que se reduzca la dependencia de los seres humanos de las fuentes de energía no renovables (Vicente, y otros, 2020). La recolección de energía vibracional es un método altamente eficiente y conciso para recolectar energía. Existen principalmente tres tipos de recolección de energía de vibración: piezoeléctrica, electromagnética y electrostática (Wang, et al., 2018). En la última década, se ha prestado una enorme atención a los recolectores piezoeléctricos debido a su flexibilidad en el diseño y la creciente necesidad de generación de energía a pequeña escala. Como resultado, muchos investigadores han presentado varios artículos de revisión de energía para cubrir diferentes aspectos de la recolección de energía basada en piezoeléctricos (Ghazanfarian, et al., 2021). Los materiales piezoeléctricos pueden recolectar energía mecánica en forma de energía eléctrica que alimenta los dispositivos electrónicos asociados (Chen, et al., 2019). La piezoelectricidad es considerada como aquel fenómeno que, a través de tensiones mecánicas en ciertos tipos de cristales, generan una polarización eléctrica en su masa y en consecuencia crean cargas eléctricas en su superficie (Árevalo, y otros, 2019). Debido a sus excelentes propiedades de conversión de energía de mecánica a eléctrica y viceversa, los materiales piezoeléctricos con alto coeficiente de tensión y carga piezoeléctrica se han probado en aplicaciones de energía renovable (Aabid, et al., 2021).

Hay una serie de investigaciones que se han centrado en la recolección de energía a partir de baldosas piezoeléctricas para pisos. Los suelos piezoeléctricos generan muchos microvatios, dependiendo de la frecuencia de los peatones del espacio y de la tecnología piezoeléctrica (Elhalwagy, et al., 2017). Suponiendo una frecuencia de 1 Hz, similar a la del caminar humano, los límites de densidad de potencia estimados para la transducción piezoeléctrica durante el caminar humano pueden alcanzar un valor teórico de 343 mW/cm³ (valor práctico de 19 mW/cm³). Por lo tanto, parece razonable generar potencia a partir del movimiento del cuerpo con densidades de potencia del orden de

mW/cm³ (Meor, et al., 2011). Por esa razón en esta investigación se diseña y prueba unas baldosas piezoeléctricas (Echeverry, et al., 2020), para mejorar la generación de electricidad, aprovechando la energía causada por el movimiento de las personas que circulan por los pasillos de la Universidad Nacional del Callao.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Durante el último siglo, la tecnología y las fuentes de energía han causado una alta cantidad de contaminación, lo que ha dañado la capacidad de la naturaleza de renovarse, provocando un deterioro ambiental que ha afectado la vida humana y la de muchas especies animales y vegetales. (Álvarez, et al., 2017). En los últimos 10 años, el país ha experimentado un fuerte aumento en su economía, que se ha visto impulsado por una mayor demanda de energía (Concha, y otros, 2017), Sin embargo, la dependencia de algunas fuentes de energía puede causar un cambio en la matriz energética si se agotan o se encarecen demasiado (Nuñez, 2019). Por ejemplo, Perú depende en gran medida de la importación de petróleo, y a pesar de la creciente presencia de energías renovables, el petróleo, el carbón y el gas todavía son las fuentes de energía principales. La transición energética también se ve amenazada por conflictos geopolíticos y disminución de inversiones en energía limpia (Vega, 2020). Por lo tanto, es crucial investigar en el sector energético y buscar alternativas renovables, como la energía generada por el movimiento humano en actividades cotidianas, una opción poco explorada en Perú. (López, y otros, 2020).

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

P.G.1 ¿De qué manera la aplicación de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica puede mejorar la generación de energía eléctrica renovable en la Universidad Nacional del Callao?

1.2.2. Problemas Específicos

P.E.1. ¿De qué manera la aplicación de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica puede mejorar el almacenamiento de energía eléctrica generada en la Universidad Nacional del Callao?

P.E.2. ¿De qué manera la aplicación de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica puede mejorar los sistemas eléctricos en la Universidad Nacional del Callao?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Aplicar el prototipo de una baldosa piezoeléctrica para mejorar la generación de energía eléctrica renovable en la Universidad Nacional del Callao.

1.3.2. Objetivos Específicos

O.E.1 Aplicar el prototipo de una baldosa piezoeléctrica para mejorar el almacenamiento de energía eléctrica generada en la Universidad Nacional del Callao.

O.E.2 Aplicar el prototipo de una baldosa piezoeléctrica para mejorar los sistemas eléctricos en la Universidad Nacional del Callao.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Teórica

La justificación teórica se entiende como una parte importante en el estudio que proporciona una base teórica y conceptual para la investigación, es decir que se enfoca en la explicación del contexto teórico y la literatura relevante que existe sobre el tema estudiado, asimismo permite que al investigador establecer relaciones entre las teorías previas y el problema de investigación, identificando los vacíos de conocimiento y fundamentando la necesidad de llevar a cabo la investigación (Fernández, 2020).

De lo expuesto por el autor, la presente investigación realizada tuvo como justificación teórica que el prototipo de una baldosa piezoeléctrica nos

permitió analizar las variaciones que se producen durante la generación de energía eléctrica y contrastarlo con otros estudios.

1.4.2. Justificación Práctica

La justificación práctica es una sección en la que se explica la importancia y la relevancia que implica llevar a cabo la investigación, esto demuestra que los resultados obtenidos son útiles o relevantes para la solución del problema planteado o mejorar la situación en un ámbito específico (Rosario, y otros, 2019).

De lo expuesto por el autor, el presente trabajo de investigación permitió determinar la influencia del prototipo de una baldosa piezoeléctrica en la eficiencia de la generación de energía eléctrica en la Universidad Nacional del Callao.

1.4.3. Justificación Metodológica

La justificación metodológica es una parte importante al realizar una investigación, puesto que proporciona una explicación detallada de cómo se llevará a cabo el estudio, así como también describe los métodos y técnicas que se emplean para recopilar y analizar los datos, así como la razón por la que se han seleccionado dichos métodos, asimismo se incluye la explicación de cómo se garantizó la validez y fiabilidad de los resultados (Reflexión sobre la justificación metodológica del uso de animales en investigación biomédica, 2019).

De lo expuesto por el autor, el presente trabajo de investigación tuvo como justificación metodológica, que al realizar el prototipo de una baldosa piezoeléctrica con un procedimiento estructurado mejoró la generación de energía eléctrica en la Universidad Nacional del Callao al analizar las pruebas.

1.5. Limitantes de la Investigación

1.5.1. Límites de la Investigación

Los limitantes de la investigación se entienden como los factores o circunstancias que pueden afectar la capacidad del investigador para realizar un estudio completo y riguroso, así como también a la validez y la rigurosidad de los resultados (Solíz, 2019).

De lo expuesto por el autor, la investigación presente se limitó a la generación de energía eléctrica en la Universidad Nacional del Callao a partir del prototipo de una baldosa piezoeléctrica, por lo que no se detallaran aspectos como el mantenimiento del sistema que se instalará o el uso de piezoeléctricos en otro tipo de funciones para generación de energía eléctrica.

1.5.2. Delimitaciones de la Investigación

Las delimitaciones se refieren a aquellos aspectos específicos de un estudio que se han limitado de manera clara para mantener el enfoque y el alcance de la investigación, asimismo ayudan a definir los límites y fronteras de la investigación en los diferentes ámbitos (Fernández, 2020).

De lo expuesto por el autor, las delimitaciones fueron las siguientes:

Delimitación Espacial

El alcance espacial del proyecto de investigación se limitó a la Universidad Nacional del Callao, excluyendo cualquier otro lugar debido a las variadas condiciones en diferentes áreas.

Delimitación Temporal

Este estudio de investigación se llevó a cabo durante febrero de 2023 y tuvo una duración de 10 meses. Sin embargo, no fue lo suficientemente largo para analizar y comparar la eficiencia en la producción de energía en los diferentes entornos de la Universidad Nacional del Callao.

Delimitación Social

En este estudio se examinó un prototipo de baldosa piezoeléctrica y cómo podría mejorarse la producción de energía eléctrica en la Universidad Nacional del Callao con el objetivo de lograr un ahorro energético.

II. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes: Internacionales y Nacionales

ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Según Bernal y Castillo (2019) en su trabajo de investigación titulado “ESTUDIO DE ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOBALDOSAS EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA” para la obtención de su título de ingeniero civil, que tuvo como objetivo proponer los elementos necesarios para definir la posible implementación de ecobaldosas, en búsqueda de la reducción de impactos ambientales y económicos, para la Universidad Católica de Colombia en la Sede el Claustro, para ello dividió la investigación en 3 fases la primera de consulta de aspectos contextuales la segunda que es de recopilación de información cuantitativa y la última fase que contiene La propuesta final para la utilización de ecobaldosas recomienda complementar este estudio en el futuro con un diseño apropiado de redes y sistemas eléctricos viables para la Universidad.

De lo expuesto por el autor, es importante disponer aquellas herramientas que se necesiten para que se pueda implementar la ecobaldosas, mediante la recopilación de información cuantitativa, este hecho me permite tomar referencia para mi variable “Baldosas piezoeléctricas”.

Según Segovia y Atuesta (2019) en su trabajo de investigación titulado “ESTUDIO DE VIABILIDAD DE UN GIMNASIO AMBIENTALMENTE SOSTENIBLE EN EL BARRIO EL POBLADO, EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN” para la obtención de su título de Ingeniero Administrador, que tuvo como objetivo evaluar la viabilidad de un gimnasio ambientalmente sostenible, que atienda las tendencias ambientalistas y las saludables del barrio en El Poblado en la ciudad de Medellín, para ello se utilizó metodologías como el análisis PESTEL para obtener una visión general del entorno y un modelo Canvas de negocios para comunicar la idea de negocio de manera efectiva. Finalmente, se recomienda realizar una

prueba de campo para determinar el espacio que ocupa una persona y la probabilidad de que pise una, dos o tres unidades.

De lo expuesto por el autor, es importante evaluar la viabilidad del uso de baldosas piezoeléctricas que atiendan las tendencias ambientalistas y saludables, este hecho me permite tomar referencia para mi variable “Baldosas piezoeléctricas”.

Según Hoyos (2019) en su trabajo de investigación titulado “PROTOTIPO DE BALDOSA PIEZOELÉCTRICA GENERADORA DE ENERGÍA DE BAJA TENSIÓN” para la obtención de su título de ingeniero electrónico, que tuvo como objetivo analizar el potencial eólico-solar mediante instrumentación y toma de datos reales para implementar un sistema híbrido de generación eléctrica en base al uso de energías alternativas en el Páramo Chalupas, para ello utilizó una metodología que se dividió en 5 etapas la primera es la fundamentación matemática, luego el diseño, la tercera es la simulación, la cuarta fase es la implementación y en la última fase es la prueba y resultados, finalmente en este trabajo se recomendó realizar pruebas de regulación con componentes de baja potencia para mejorar la eficiencia debido a su rápida respuesta, lo que permitiría un uso más eficiente de la energía generada por los piezoeléctricos.

De lo expuesto por el autor, es importante implementar un sistema híbrido de generación eléctrica en base al uso de energías alternativas como la piezoeléctrica, este hecho me permite tomar referencia para mi variable “Energía eléctrica renovable”.

Según Burbano (2021) en su trabajo de investigación titulado “IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO FUNCIONAL GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE UNA BALDOSA CON ELEMENTOS PIEZOELÉCTRICOS” para la obtención de su título de ingeniero electrónico y de telecomunicaciones, que tuvo como objetivos diseñar e implementar un prototipo funcional generador de energía eléctrica a través de un sistema tipo baldosa con elementos

piezoeléctricos, para ello utilizó una metodología dividida en cuatro módulos para el proyecto. En el primer módulo se analizaron los antecedentes, luego se definieron los requerimientos en el segundo módulo. En el tercer módulo, se diseñó el sistema y se analizó el sistema propuesto. Finalmente, se hicieron conclusiones sobre todo el sistema y se recomienda instalarlos en lugares con una gran cantidad de personas, ya que la producción de energía eléctrica con piezoeléctricos es directamente proporcional a su uso.

De lo expuesto por el autor, es importante reconocer la estructura del sistema para que se pueda insertar un prototipo que genere energía eléctrica con elementos piezoeléctricos, este hecho me permite tomar referencia para mi variable “Energía eléctrica renovable”.

ANTECEDENTES NACIONALES

Según Vicente y Sanchez (2020) en su trabajo de investigación titulado “GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE UTILIZANDO UNA BALDOSA PIEZOELÉCTRICA - 2020” para la obtención de su título de ingeniero ambiental, que tuvo como objetivos diseñar una baldosa piezoeléctrica que genere energía eléctrica renovable - 2020 y determinar el tiempo que tardara en cargar una batería con la energía eléctrica generada, para ello utilizó una metodología con un enfoque cuantitativo que analizó la baldosa piezoeléctrica para generar energía eléctrica y solucionar la problemática. Se recomienda investigar materiales piezoeléctricos que produzcan más energía eléctrica cuando se ejerza presión en la baldosa.

De lo expuesto por el autor, es importante conocer el tiempo en que se cargue una batería con energía renovable generada por las baldosas elaboradas con materiales piezoeléctricos, este hecho me permite tomar referencia para mi variable “Energía eléctrica renovable”.

Según Hinojosa (2021) en su trabajo de investigación titulado “DISEÑO DE UN SISTEMA GENERADOR PIEZOELÉCTRICO PARA REDUCIR

LOS COSTOS POR LA ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS DE EMERGENCIA EN EL HOSPITAL SANTA ROSA-LIMA 2021” para la obtención de su título de ingeniero electrónico, que tuvo como objetivo, diseñar un Sistema Generador Electrónico Piezoeléctrico para la Conversión de energía por medio de la energía cinética de un motor de un elevador, para alimentación eléctrica en equipos biomédicos en emergencia de un Hospital, para ello se utilizó una metodología basada en la planificación y ejecución según PMBOOK. Luego, se analizaron los resultados a través de la presentación de informes. Se sugiere implementar estos dispositivos piezoeléctricos en áreas rurales en todo el país y crear un manual de procedimientos para la conversión y uso diario de la energía.

De lo expuesto por el autor, es importante reconocer la obtención de energía por medio de la energía cinética en las baldosas piezoeléctricas para alimentación eléctrica en equipos biomédicos, este hecho me permite tomar referencia para mi variable “Baldosas piezoeléctricas”.

Según Vega (2020) en su trabajo de investigación titulado “GENERACIÓN DE ENERGÍA PIEZOELÉCTRICA EN LA PLAZA DE ARMAS DE JAÉN-PERÚ PARA ILUMINACIÓN Y SERVICIOS WIFI PÚBLICO” para la obtención de su título profesional de ingeniero mecánico electricista, que tuvo como objetivo desarrollar prototipo de generador de energía eléctrica con dispositivos piezoeléctrico para aplicaciones de servicio público de bajo consumo energético en la plaza de armas de Jaén-Perú, para ello utilizó una metodología descriptiva y práctica para aprovechar la tecnología existente para convertir la energía residual generada por el tráfico vehicular y peatonal en energía eléctrica útil. Se recomienda llevar a cabo un estudio detallado de la frecuencia del tráfico en la ciudad de Jaén.

De lo expuesto por el autor, es importante aprovechar la tecnología existente para recuperar la energía residual generada por el tránsito vehicular y peatonal y poder convertir en energía eléctrica utilizable, este

hecho me permite tomar referencia para mi variable “Energía eléctrica renovable”.

Según Nuñez (2019) en su trabajo de investigación titulado “APROVECHAMIENTO DE LA TECNOLOGÍA PIEZOELÉCTRICA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA PISTA DE BAILE DE LA DISCOTECA LA CAYET – DISTRITO DE SORITOR – DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN” para la obtención de su título de ingeniero mecánico electricista, que tuvo como objetivo realizar el estudio para el aprovechamiento de la tecnología piezoeléctrica en la generación de energía eléctrica en la pista de baile de la discoteca La Cayet, para ello utilizó una metodología preexperimental con un diseño de un solo grupo y un estudio previo y posterior para aplicar la tecnología piezoeléctrica en la pista de baile de una discoteca. La investigación recomienda aplicar este proyecto en lugares donde transiten muchas personas, como centros comerciales, hospitales, canchas deportivas, mercados, etc.

De lo expuesto por el autor, es importante realizar un estudio para utilizar las baldosas piezoeléctricas para generar energía eléctrica a partir de la energía mecánica liberada por las personas en la pista de baile, este hecho me permite tomar referencia para mi variable “Baldosas piezoeléctricas”.

2.2. Bases Teóricas

Aforos peatonales en el aula de clase.

son una técnica para medir la cantidad de personas que entran y salen de un aula en particular (Fernández, y otros, 2019), esto se realiza para conocer el nivel de afluencia de estudiantes y para tomar medidas en caso de ser necesario para garantizar la seguridad y el bienestar de los estudiantes (Árevalo, y otros, 2019).

Con los datos del flujo peatonal obtenidos en los aforos y la energía producida por pisada, se puede estimar la energía originada con la siguiente ecuación

$$E_d = F_{pd} * E_{pp}$$

E_d = Energía diariamente

F_{pd} = Flujo de personas diario del punto

E_{pp} = Energía producida en la baldosa por pisada

La ley de Hooke se utiliza para describir el comportamiento eléctrico del material piezoeléctrico y se representa como:

$$D = \epsilon E$$

Donde D es la polarización eléctrica, ϵ es la permitividad y E es la intensidad del campo eléctrico aplicado. Para describir un sistema, la Ley de Hooke establece que:

$$S = sT$$

Donde S es la deformación, s es el cumplimiento y T es la tensión (Aabid, et al., 2021).

Voltaje generado

El voltaje generado por el piezoeléctrico esta proporcionado por la siguiente ecuación:

$$V = - \left(g_{33} h \frac{F}{A} \right)$$

En este contexto, V es el voltaje generado, g_{33} es la constante piezoeléctrica, h es el espesor o la longitud piezoeléctrica, F es la fuerza aplicada sobre el material piezoeléctrico y A es el área del material piezoeléctrico. La fuerza ejercida sobre el área del material piezoeléctrico

también se conoce como tensión piezoeléctrica uniforme. Se considera la geometría del material piezoeléctrico. Un signo negativo indica que el voltaje está desfasado con la carga.

Deformación mecánica

La energía generada por la deformación mecánica se produce cuando se introduce una deformación mecánica T en la piezocerámica, y es una parte importante del estudio de la mecánica de materiales y es importante para comprender la respuesta de los materiales a las cargas externas. Se puede expresar mediante la siguiente fórmula (Echeverry-Velásquez et al., 2020).

$$W_{mec} = \frac{1}{2} S_{33} v T^2$$

Energía Mecánica

Es una forma de energía asociada con los movimientos y las deformaciones mecánicas de los objetos, es decir que resulta de la interacción entre los cuerpos en un sistema físico y puede ser transferida de un objeto a otro a través de fuerzas. Esto se puede ver en la siguiente fórmula:

$$E_{mec} = E_p + E_c$$

Donde:

- E_{mec} = Energía mecánica (J).
- E_p = Energía potencial (J).
- E_c = Energía cinética (J).

Energía Cinética

Es un tipo de energía asociada con el movimiento de un objeto. Se define como la energía que posee un objeto debido a su velocidad. La energía

cinética puede ser transferida de un objeto a otro cuando chocan (Burbano, 2021).

$$EC = \frac{1}{2}mv^2$$

Donde:

- E_c = Energía cinética (J)
- m = Masa (Kg)
- v^2 = Velocidad ($m\ s$)

Potencia eléctrica

Es una proporción o cantidad de energía eléctrica la cual se transfiere de un lugar a otros en un tiempo determinado (Burbano Barahona, 2021), para poder calcular la potencia utilizamos la siguiente ecuación.

$$P = \frac{\int_{t_1}^{t_2} p(t)dt}{t_2 - t_1} = \frac{\int_{t_1}^{t_2} \frac{V(t)^2}{R} dt}{t_2 - t_1}$$

Recolección de energía a partir de material piezoeléctrico

Cuando una fuerza se aplica a un dispositivo piezoeléctrico, se generan tensiones mecánicas. Al pasar una corriente eléctrica a través de la polaridad, se crea un potencial eléctrico en ambos extremos. Luego, la energía generada es procesada a través de un rectificador para transformar la corriente alterna en corriente continua, que se utiliza para alimentar la batería y la electrónica conectada (Ver figura 1) (Jettanasen, et al., 2022).

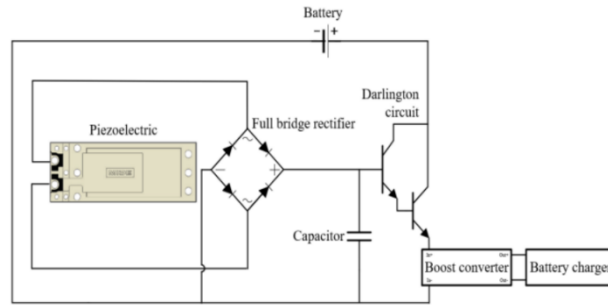


Figura 1. Circuito de almacenamiento para el piezoeléctrico

Recolectores de energía piezoeléctricos basados en pisos

En la figura 2 se ilustra un sistema típico de captación de energía piezoeléctrica incorporado en baldosas o pisos. La tensión es aplicada a los transductores piezoeléctricos conectados a las baldosas cuando alguien camina sobre ellas (Aabid, et al., 2021).

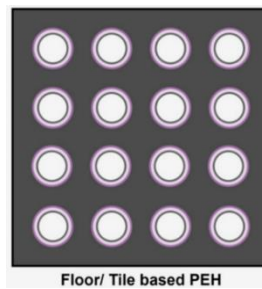


Figura 2. recolectores de energía piezoeléctricos integrado en baldosas

En la figura 3 se ilustra que, si una persona con un peso promedio de 60 kg solo generará 0,1 vatios en un segundo al dar dos pasos en la baldosa, pero cuando la baldosa piezoeléctrica cubre una amplia superficie del piso y miles de personas están pisando o saltando sobre ella, entonces se puede producir una cantidad significativa de energía (Solban, y otros, 2021).

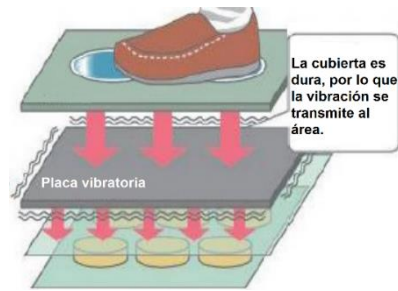


Figura 3. Funcionamiento de la baldosa piezoeléctrica

Diseño de transductor piezoeléctrico para generación de potencia eléctrica.

En la Tabla 1 se describen las propiedades piezoeléctricas de los materiales evaluados. Se identifica que los materiales cerámicos evaluados son representados por las siglas PZT 5 A, PZT 5H, PMN-PT y ZnO, y para cada uno de ellos se detallan los parámetros mencionados anteriormente.

Tabla 1. Propiedades Piezoeléctricas

Propiedad	Unidades	Símbolo	PZT 5 A	PZT 5H	PMN-PT	ZnO
Densidad	g/cm ³	P	7,8	7,8	8	5,6
Constante Dieléctrica (<100 KHz)	-	k^T_3	1900	3800	5400	87
Factor de calidad Mecánica	-	Q_m	80	30	80	120
Coeficientes de acoplamiento	-	K_p	0,65	0,75		0,33
		K_{33}	0,72	0,75	0,91	0,42
		K_{31}	0,36	0,43	0,44	-
		K_1	0,48	0,55	0,6	0,46
Carga piezoeléctrica (Desplazamiento) Coeficiente	C7N x 10 ⁻¹² o m/V x 10 ⁻¹²	d_{31}	-190	-320	-699	-5,4
		d_{33}	390	650	1540	11,7

Voltaje piezoeléctrico Coeficiente	V.m/N x 10 ⁻³	g_{33}	24	19	32,2	15,2
		g_{31}	-11,3	-9,5	-14,6	-7
Modulo elástico	N/m ² x 10 ¹⁰	$Y^{E_{11}}$	6,7	6,3	1,9	20,97
		$Y^{E_{33}}$	5,3	5	1,7	21,09
Coeficiente de Poisson	-	Y	0,31	0,31	0,37	0,31
Velocidad acústica	m/s	V _s	4350	4560	1540	2724

Para determinar la frecuencia de resonancia se tomó en cuenta lo siguiente:

$$N_l = l * f_r = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{Y}{\rho}}$$

$$f_r = \frac{V_s}{2 * t}$$

La longitud de la placa de cerámica piezoeléctrica se representa con "l", el grosor del disco plano fino se representa con "t", la velocidad del sonido se representa con "Vs", la frecuencia de resonancia en la dirección de la longitud se representa con "fr", el módulo de Young se representa con "Y" y la densidad se representa con "p" (Bernal, y otros, 2019).

Usando las ecuaciones anteriormente descritas fue posible determinar la frecuencia de resonancia, las cuales se encuentran en la Tabla 2:

Tabla 2. Frecuencia de resonancia

	Geometría	Varilla de poste	Placa plana delgada	Disco plano delgado
	Dimensiones	l (30), d (10) mm	t (10), l=w (35) mm	t (10), d (100) mm
f_r (KHz)	PZT 5 A	72,5	37, 23	217,5
	PZT 5H	76,0	36, 17	228
	PMN-PT	25,7	225, 87	77
	ZnO	45,4	87, 67	136,2

Configuración de los piezoeléctricos

- Para producir energía, los componentes piezoeléctricos pueden conectarse ya sea en serie o en paralelo, como se ilustra a continuación:

- **Configuración de los piezoeléctricos en serie**

En la conexión en serie, los materiales piezoeléctricos se unen secuencialmente. Al aplicarse una fuerza a todos ellos al mismo tiempo, cada uno genera el mismo voltaje, y estos voltajes se suman para crear una tensión más alta, como se puede ver en la figura 4 que muestra un resultado con mayor capacidad.

$$V_{PZT} = V_{PZT1} + V_{PZT2} + \dots + V_{PZTn}$$

V_{pzt} : Voltaje generado por el piezoeléctrico

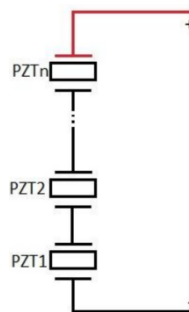


Figura 4. Conexión de los piezoeléctricos en serie

- **Configuración de los piezoeléctricos en paralelo**

En esta configuración, los elementos piezoeléctricos se conectan en paralelo, como se muestra en la figura 5. Al aplicarles una presión mecánica simultáneamente, la tensión total es aproximadamente igual a la tensión generada por cada uno de ellos individualmente (Hoyos, 2019).

$$V_{PZT} \approx V_{PZT1} \approx V_{PZT2} \approx \dots \approx V_{PZTn}$$

V_{pzt} : Voltaje generado por el piezoeléctrico

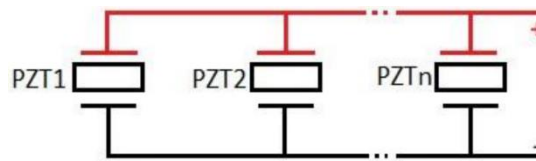


Figura 5. Conexión de los piezoeléctricos en paralelo

2.3. Teorías relacionadas con el tema

2.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE: BALDOSA PIEZOELÉCTRICA

Según Vicente y Sanchez (2020) La baldosa eléctrica está hecha de materiales piezoeléctricos que pueden convertir la energía cinética en energía eléctrica gracias al fenómeno piezoeléctrico. Este efecto se produce cuando se aplica presión o tensión mecánica a los materiales piezoeléctricos, generando una diferencia de potencial eléctrico en sus terminales. La energía cinética producida por el peso de una persona al caminar o saltar sobre la baldosa, se convierte en energía eléctrica que puede ser utilizada para alimentar diversos dispositivos electrónicos. La baldosa eléctrica es una forma eficiente y sostenible de generar energía a partir de fuentes renovables y ambientales.

Según Ojeda (2019) La baldosa piezoeléctrica es un tipo de tecnología que permite convertir la energía cinética en energía eléctrica. Este proceso es posible gracias al efecto piezoeléctrico que se produce en los materiales piezoeléctricos que la componen. La baldosa funciona cuando

recibe una carga aplicada de manera perpendicular a su superficie. Esta carga provoca una contracción de los componentes internos, lo que resulta en una diferencia de cargas en las superficies de la baldosa. Esta polarización eléctrica es la que permite generar la energía eléctrica que se puede utilizar posteriormente. Este tipo de tecnología es muy interesante porque permite generar energía a partir de eventos cotidianos como el caminar o saltar sobre una superficie.

DIMENSIONES

D1: Parámetros físicos

Según Girón (2010) se describen como las variables o características que se emplean para detallar el estado y la dinámica de un sistema físico, también sirven para verificar y evaluar los datos obtenidos al momento de realizar la medición, estos pueden ser la presión, la masa, la velocidad, la temperatura, etc.

Son una herramienta clave para que se pueda estudiar y conocer los sistemas y materiales en la investigación y experimento. Estos valores permiten caracterizar y describir las propiedades y comportamientos de los materiales y sistemas, y son una parte esencial para obtener una comprensión completa y precisa de ellos. Además, los parámetros físicos también pueden utilizarse para comparar y evaluar diferentes materiales y sistemas, y para identificar tendencias y patrones en los resultados de los experimentos (Rafael, 2019)

De lo expuesto por el autor, los parámetros físicos son un elemento esencial en el proceso de investigación y experimentación, y son una parte integral de la descripción y análisis de los materiales y sistemas en estudio.

I1: Conductividad Eléctrica

Es la acción en la cual mediante materiales se pueden conducir o puedan tener resistencia para que así se puede transportar la electricidad, siendo importante para incluirlas en aplicaciones eléctricas. (Garzón, et al., 2019)

De lo expuesto por el autor, establece que es muy importante ya que tiene la propiedad de un material para permitir el flujo de corriente eléctrica dependiendo del tipo de material.

I2: Factor de acoplamiento electromecánico

Se define como la medida de la eficiencia con la que la energía eléctrica se convierte en energía mecánica en un sistema específico, de esta forma se emplea en los diseños y evaluaciones de dispositivos electromecánicos, como motores eléctricos, actuadores, sensores, etc (Bragard, y otros, 2021)

De lo expuesto por el autor, el factor de acoplamiento electromecánico es importante para elaborar el diseño de los sistemas electromecánicos eficientes y fiables, de lo cual se puede calcular utilizando una combinación de medidas de la impedancia eléctrica y mecánica.

I3: Coeficientes piezoeléctricos

Son aquellos parámetros que describen la relación entre la deformación mecánica de un material y la generación de una tensión eléctrica en el mismo, siendo importantes para la utilización de aplicación en donde implique la tecnología de sensores, detección de vibraciones , entre otras (Camargo, y otros, 2022)

De lo expuesto por el autor, los coeficientes piezoeléctricos son los que determinan la cantidad de voltaje generada por una deformación mecánica dada y la cantidad de deformación generada por una tensión eléctrica dada, también son materiales dependientes y pueden ser medidos y caracterizados para cada material piezoeléctrico individual.

D2: Afluencia

Es el volumen de corriente eléctrica que se transporta mediante un material o dispositivo al crear baldosas piezoeléctricas, también es un factor clave en la generación de tensiones eléctricas y la conversión de energía mecánica a eléctrica, de esta manera se especifica que depende de diversos factores, incluyendo la conductividad eléctrica del material piezoeléctrico, la intensidad de la deformación mecánica y la configuración del circuito eléctrico (León, y otros, 2020).

Por otro lado, la afluencia también se enfoca en la cantidad de deformación mecánica que se produce en un material o dispositivo, donde es un factor clave en la generación de tensiones eléctricas y depende de diversos factores, incluyendo la rigidez del material piezoeléctrico, la intensidad de la carga mecánica y la configuración estructural de la baldosa (Romero, et al., 2022).

De lo expuesto por el autor, la afluencia puede referirse a la cantidad de energía que se transporta de un material, como también la descripción de la cantidad de deformación mecánica que se produce en un material o dispositivo.

I1: Promedio de personas que transitan

Se refiere a la cantidad media o media aritmética de personas que pasa por un área determinada en un período de tiempo específico, este término se utiliza para la descripción de la cantidad de personas que se espera que pase por un área donde se ha instalado un dispositivo, siendo importante para diversos ámbitos y mejora en la toma de decisiones (Ortega, et al., 2021).

De lo expuesto por el autor, el promedio de personas que transitan es una medida de la cantidad de personas que pasa por un área determinada en un período de tiempo específico, la cual se emplea para predecir la cantidad de energía mecánica generada por la presión de los pasos de las personas en el contexto de la creación de baldosas piezoeléctricas.

D3: Diseño Mecánico

Según Bastidas (2019) el diseño mecánico se enfoca en la creación de objetos o sistemas con una estructura mecánica que cumplan con ciertos requisitos para su funcionamiento óptimo, así como también la finalidad es producir un producto que tenga las siguientes características: funcionalidad, seguridad, fiabilidad, competitividad, utilidad, factibilidad de fabricación y comercialización. En otras palabras, el diseño mecánico busca crear un objeto o sistema mecánico que cumpla con los requisitos técnicos y que también sea seguro, confiable y atractivo para los consumidores en términos de precio y calidad. Además, también es importante que el objeto o sistema diseñado sea fácilmente producible y que pueda ser comercializado de manera efectiva en el mercado.

I1: Regulación

Son reglas gubernamentales o administrativas destinadas a controlar o regular el funcionamiento de una industria, mercado o sistema con el objetivo de proteger el interés público, asegurar la calidad de bienes o servicios, o mantener una competencia leal. La regulación puede incluir medidas como la fijación de normas técnicas, la imposición de sanciones por incumplimiento, o la supervisión de la conducta de las empresas reguladas (Pascual, y otros, 2019)

De lo expuesto por el autor, se refiere a la implementación de sistemas y dispositivos que mantienen una tensión o corriente eléctrica constante y estable en un circuito, independientemente de las fluctuaciones en la carga o en la fuente de alimentación, lo cual es importante para garantizar que los dispositivos electrónicos funcionen de manera confiable y segura.

I2: Acondicionamiento

Este indicador se refiere al proceso de modificar o adaptar una señal para hacerla más adecuada para su procesamiento o transmisión. Esto puede incluir la amplificación, la atenuación, la conversión de niveles de voltaje,

la eliminación de ruido, la filtración y la corrección de distorsión, siendo esencial en aplicaciones electrónicas como la comunicación, la medición, la señalización y la automatización.

De lo expuesto por el autor, el acondicionamiento es un grupo de procesos que mejoran la señal eléctrica antes de que se procese o utilice en un circuito, también es asegurarse de que la señal eléctrica tenga las características adecuadas, tales como amplitud, frecuencia y distorsión, para garantizar un correcto funcionamiento de los dispositivos electrónicos que la procesan.

I3: Distribución de las baldosas: distancia de separación

La distancia de separación en relación con las baldosas se refiere a la distancia o el espacio entre cada una de las baldosas en una superficie revestida, la cual puede variar dependiendo de la apariencia deseada, la funcionalidad y el material de las baldosas.

De lo expuesto por el autor, es el espacio entre cada una de las baldosas en una superficie revestida, así como también esta distancia puede variar para lograr una apariencia deseada, una funcionalidad óptima y un material adecuado para las baldosas que influye en la apariencia y la funcionalidad del revestimiento.

2.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE: ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE

Según Guacapiña y Huerta (2019) es una fuente de energía sostenible que no daña el medio ambiente. Utiliza la energía mecánica generada por los movimientos de una persona, como caminar o correr, para producir electricidad y satisfacer las necesidades energéticas de diversos dispositivos. Además, la utilización de la energía mecánica de la locomoción de las personas es una forma de aprovechar recursos de manera eficiente y sostenible.

Según Menéndez (2022) es una fuente de energía sostenible que respeta el medio ambiente, ya que no origina elementos que puedan causar

daños. Se puede generar a través de la recolección de pequeñas cantidades de energía de nuestro entorno, como la energía solar, eólica o hidráulica, y transformarla en energía eléctrica. Esta energía puede ser almacenada en baterías o dispositivos de almacenamiento para su uso posterior en aplicaciones y dispositivos de bajo consumo energético.

DIMENSIONES

D1: Almacenamiento de energía eléctrica

Se refiere a la capacidad de guardar energía eléctrica en un dispositivo o sistema para su posterior uso cuando sea necesario, el cual puede ser almacenada en una variedad de formas, como baterías, condensadores, sistemas de acumulación térmica, entre otros (Gómez, y otros, 2021)

El almacenamiento de energía es importante para garantizar una disponibilidad constante de energía eléctrica, especialmente en sistemas de energía renovable, donde la generación de energía puede ser intermitente. Además, el almacenamiento de energía también puede ser útil en aplicaciones industriales y de transporte mejorando la seguridad de la red eléctrica y para proporcionar un respaldo en caso de fallos en la red (Chamba, et al., 2022).

De lo expuesto por los autores, el almacenamiento de energía eléctrica es un componente clave en el desarrollo de una economía energética sostenible y un elemento importante para garantizar la disponibilidad y eficiencia de la energía eléctrica.

I1: Eficiencia

Se refiere a la cantidad de energía útil que se obtiene de un sistema de generación de energía renovable en comparación con la cantidad de energía que se invierte en su funcionamiento, también es un indicador importante de la viabilidad económica y ambiental de un sistema de generación de energía renovable (Cuisano, y otros, 2020)

De lo expuesto por el autor, la eficiencia de la energía eléctrica renovable es un indicador clave para evaluar la viabilidad económica y ambiental de los sistemas de generación de energía renovable y para maximizar el aprovechamiento de la energía renovable.

I2: Ampliaciones de transmisiones

Se refieren a la expansión o mejora de un sistema de transmisión de energía eléctrica con el fin de aumentar su capacidad y mejorar su eficiencia. Una ampliación de transmisión puede incluir la adición de nuevas líneas de transmisión, la actualización de equipos existentes, o la reconstrucción de secciones específicas del sistema de transmisión (Jordá, 2021)

De lo expuesto por el autor, las ampliaciones de transmisiones son un aspecto clave del desarrollo y mantenimiento de un sistema de transmisión de energía eléctrica confiable y eficiente, que es fundamental para garantizar la disponibilidad de energía eléctrica para los consumidores.

I3: Suministrar energía

Suministrar energía se refiere al proceso de producción, transporte y distribución de energía eléctrica desde su origen hasta el lugar donde se utiliza. El suministro de energía es un aspecto clave de la infraestructura energética de un país y es fundamental para garantizar la disponibilidad de energía eléctrica para la población y la economía (Espinell, et al., 2020)

De lo expuesto por el autor, el suministro de energía es una acción importante para la economía y la sociedad, y requiere una combinación de tecnologías avanzadas, recursos humanos capacitados y una infraestructura sólida para garantizar su eficiencia y confiabilidad.

D2: Sistemas eléctricos

Los sistemas eléctricos son conjuntos de componentes y dispositivos que trabajan juntos para producir, transmitir y distribuir energía eléctrica. Estos sistemas incluyen centrales eléctricas, paneles de control y otros equipos relacionados (Pilatásig, et al., 2020).

Los sistemas eléctricos también están en constante evolución, con nuevos avances tecnológicos y mejoras en la eficiencia energética. Los sistemas eléctricos más avanzados incluyen soluciones de energía renovable, sistemas inteligentes de control y monitoreo, y tecnologías de almacenamiento de energía (Palazuelos, 2019).

De lo expuesto por los autores, los sistemas eléctricos son un aspecto crucial de la infraestructura energética de un país y están diseñados para proporcionar energía eléctrica confiable y eficiente para la economía y la sociedad.

I1: Objetivos

Los objetivos de los sistemas eléctricos son proporcionar energía eléctrica de manera confiable, eficiente y sostenible, asimismo proveer energía eléctrica a una amplia variedad de usuario, Mantener una fuente estable y constante de energía eléctrica para garantizar la continuidad de los servicios esenciales y Desarrollar tecnologías innovadoras para mejorar la seguridad, la confiabilidad y la resiliencia de los sistemas eléctricos (Tapia, et al., 2019).

De lo expuesto por el autor, los objetivos de los sistemas eléctricos son proporcionar energía eléctrica confiable, eficiente y sostenible, mientras se mejora la seguridad y la resiliencia de la red eléctrica y se reducen los costos y los impactos ambientales negativos.

I2: Fiabilidad

La fiabilidad en los sistemas eléctricos se refiere a la capacidad de un sistema para funcionar sin interrupciones y proporcionar energía eléctrica de manera consistente y confiable, asimismo es un aspecto crítico de los

sistemas eléctricos, ya que una falla en el suministro de energía puede tener graves consecuencias económicas y sociales, como apagones, pérdida de datos y daños a la infraestructura (Rodríguez, y otros, 2020).

De lo expuesto por el autor, La fiabilidad de los sistemas eléctricos es esencial para garantizar la continuidad de los servicios esenciales y el bienestar de la sociedad.

I3: Transporte de energía

El transporte de energía se refiere al proceso de mover energía eléctrica desde su fuente de generación hasta los puntos de consumo, de esta manera es un componente clave del sistema eléctrico y es esencial para garantizar un suministro confiable de energía eléctrica a las comunidades y las industrias (Paredes, et al., 2020).

De lo expuesto por el autor, el transporte de energía es el proceso de mover energía eléctrica desde su fuente de generación hasta los puntos de consumo a través de una red de transmisión y distribución, lo cual es un componente crítico del sistema eléctrico que garantiza un suministro confiable de energía eléctrica.

2.4. Definición de Términos básicos

Efecto piezoeléctrico: Es la acción de producir una tensión cuando el material tiene demasiado esfuerzo al momento de realizar su función (Dávila, y otros, 2020).

Campo Eléctrico: Es un espacio en el cual se realiza la comunicación entre fuerzas eléctricas (Pimentel, y otros, 2018).

Energía Mecánica: Es la acumulación de energía de acuerdo con los movimientos que realizan los cuerpos (Serrano, y otros, 2021).

Materiales piezoeléctricos: Son materiales que tienen la propiedad que puedan absorber electricidad partiendo de una tensión (Velasco, y otros, 2020).

Eficiencia energética: Es la capacidad que tiene una energía para poder estabilizarse y ser muy estable para que pueda realizar sus funciones de la mejor forma (Iturralde, y otros, 2021).

Energías renovables: Son tipos de energías la cuales nunca se acaban y se extraen de fuentes naturales, las cuales pueden crecer con el tiempo (Ballesteros, y otros, 2019).

Volumen de tránsito peatonal: Se analizan los volúmenes de energía que se puede observar desde un punto hacia otro de acuerdo con el ancho y al medio por el cual se transportan (Ruiz, y otros, 2020).

Generación de energía: Es el conjunto de acciones o procedimientos en los cuales se transforma la energía en cualquier tipo de acuerdo con lo que se quiere realizar o necesitar (Montiel, y otros, 2019).

La energía vibratoria: Es la distribución de energía en forma de ondas en las cuales se puede observar que se realiza con movimientos iguales de la misma medida (Gómez, y otros, 2020).

Circuitos piezoeléctricos: Son sistemas en las cuales se realizan para que se pueda tener una medición de la presión , aceleración entre otros. (Calderón, y otros, 2021).

Energía Cinética: Es la energía que cualquier cuerpo o elemento genera cuando está realizando algún tipo de movimiento (Varela, 2020).

Frecuencia de Resonancia: Es una frecuencia que tiene un cuerpo cuando tiene un mayor grado de oscilación en un sistema (Mercado, y otros, 2019).

III. HIPOTESIS

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis General

H.G. El diseño de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica mejora la generación de energía eléctrica renovable en la Universidad Nacional del Callao.

H0. El diseño de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica no mejora la generación de energía eléctrica renovable en la Universidad Nacional del Callao.

3.1.2. Hipótesis Específica

H.E.1 El diseño de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica mejora el almacenamiento de energía eléctrica generada en la Universidad Nacional del Callao.

H.E.2 El diseño de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica mejora los sistemas electrónicos en la Universidad Nacional del Callao.

3.2. Definición Conceptual de Variables

Variable independiente: BALDOSA PIEZOELÉCTRICA

Es un material en el cual mezcla otros materiales para que se pueda convertir de energía mecánica a energía eléctrica, esto es importante para buscar solución es en cuanto a la eficiencia energética (Morocho, y otros, 2019)

Variable dependiente: ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE

Es una energía que se obtiene de recursos naturales que nunca se agotan, y esta energía no daña el medio ambiente, el cual al utilizar esta energía ayuda a la seguridad energética (Edenhofer , et al., 2011)

3.2.1. Operacionalización de Variables

Tabla 3. Operacionalización de las Variables

Variable	Tipo de Variable	Operacionalización	Dimensiones	Indicadores
Baldosa piezoeléctrica	Variable independiente	Es un material en el cual mezcla otros materiales para que se pueda convertir de energía mecánica a energía eléctrica, esto es importante para buscar solución es en cuanto a la eficiencia energética (Morocho, y otros, 2019)	Parámetros físicos	<ul style="list-style-type: none"> ● Conductividad Eléctrica ● Factor de acoplamiento electromecánico ● Coeficientes piezoeléctricos
			Afluencia	Promedio de personas que transitan
			Diseño Mecánico	<ul style="list-style-type: none"> ● Regulación ● Acondicionamiento ● Distribución de las baldosas: distancia de separación
Energía eléctrica renovable	Variable dependiente	Es una energía que se obtiene de recursos naturales que nunca se agotan, y esta energía no daña el medio ambiente, el cual al utilizar esta energía ayuda a la seguridad energética (Edenhofer , et al., 2011)	Almacenamiento de energía eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> ● Eficiencia ● Ampliaciones de transmisiones ● Suministrar energía
			Sistemas eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> ● Objetivos ● Fiabilidad ● Transporte de energía

IV. DISEÑO METODOLOGICO

4.1. Tipo y diseño de Investigación

4.1.1. TIPO DE INVESTIGACION: Investigación Aplicada

Según Delgado (2021) es un enfoque de investigación que se enfoca en resolver problemas prácticos y producir soluciones útiles y aplicables en la vida real. El objetivo principal de la investigación aplicada es producir nuevos conocimientos que puedan ser utilizados para mejorar las prácticas y tecnologías existentes.

De lo expuesto por el autor, el presente trabajo de investigación es del tipo aplicado, pues en este se aplica la teoría de electrónica y eléctrica en la implementación del prototipo de baldosa piezoeléctrica como base para la Generación de energía eléctrica en la Universidad Nacional del Callao.

4.1.2. DISEÑO DE INVESTIGACION: Pre experimental – transversal

Según Manterola et al. (2019) consiste en la recolección de datos en un momento específico, en un período de tiempo limitado. Estos diseños de investigación se utilizan para obtener información sobre una población o un grupo específico en un momento determinado y se enfocan en describir las relaciones entre variables y comparar grupos.

Este diseño se ajusta al presente trabajo investigación debido a que se realizó en un tiempo limitado y toda la información fue recogida en un solo momento.

4.1.3. NIVEL DE INVESTIGACION: DESCRIPTIVO-CORRELACIONAL

Según Ramos (2020) los diseños de investigación correlacional recolectan datos en un solo momento, y luego, a través de pruebas de hipótesis y el uso de técnicas estadísticas, se evalúa la correlación entre las variables. Aunque no permite establecer relaciones causales

directamente, esta investigación puede proporcionar información valiosa sobre las posibles causas de un fenómeno.

El presente proyecto de investigación es de nivel descriptivo-correlacional porque se mide mediante técnicas estadísticas el nivel de correlación entre la implementación del prototipo de la baldosa piezoeléctrica y la generación de energía eléctrica en la Universidad Nacional del Callao.

4.2. Método de Investigación

Según Reyes et al. (2022) menciona que el enfoque metodológico consiste en coleccionar y evaluar información, basándose en la medición cuantitativa, el registro y con frecuencia la utilización de técnicas estadísticas para identificar de manera precisa patrones de comportamiento en un grupo específico.

Este estudio de investigación es hipotético deductivo ya que se podrá conocer si las hipótesis planteadas son verídicas de acuerdo a los resultados que se obtienen, conociendo también si existe alguna relación en las variables.

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

Según Mucha et al. (2020) mencionó que se denomina población a un conjunto delimitado de elementos o individuos distintos, que pueden ser finitos o infinitos, y que se pueden identificar con claridad y sin confusión.

Según Robles (2019) un grupo de individuos o elementos es considerado como una población si cumple con una determinada serie de criterios y se pueden identificar de manera clara y precisa.

Se identificó como población todos los fluorescentes dentro de la Universidad Nacional del Callao.

4.3.2. Muestra

Según Robles (2019) menciona que un subconjunto de la población de interés es seleccionado para recolectar datos y se conoce como muestra. Es importante que la muestra sea precisamente definida y limitada y que sea una representación adecuada de la población completa.

Quispe et al. (2020) expresa que, cuando el tamaño de la población es inferior a 50 individuos, la muestra y la población son idénticos

De lo expuesto por los autores, se considera como muestra los fluorescentes encontrados en 2 pasadizos ubicados dentro de la Universidad Nacional del Callao.

4.3.3. Muestreo

Según Quispe et al. (2020) menciona que el proceso de seleccionar una muestra se basa en la investigación que se desea realizar y en las hipótesis y diseño de investigación previamente establecidos. Por tanto, la cantidad de elementos de la muestra a seleccionar depende de los objetivos específicos de la investigación.

De lo expuesto por los autores, la técnica de muestreo es NO PROBABILÍSTICA y emplearemos un muestreo OPINÁTICO, ya que la población es inferior de 50. Por lo tanto, la muestra es igual a la población.

4.4. Lugar de Estudio

El lugar de estudio será la Universidad Nacional del Callao ubicada en Av. Juan Pablo II 306, Bellavista 07011.

4.5. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de la Información, Validez y Confiabilidad

4.5.1. Técnicas

Según Cisneros et al. (2022) las metodologías de investigación son los diferentes métodos o procesos que el investigador emplea para recoger o adquirir los datos o la información.

Encuesta

Para Feria et al. (2020) las encuestas son un enfoque de investigación descriptiva que requiere planificación previa para identificar las preguntas a ser formuladas y así se seleccionan individuos de una muestra representativa de la población, se definen las posibles respuestas y se establece el método para recopilar los datos obtenidos.

Instrumentación

Según Granados (2020) expone que los instrumentos para recopilar datos son una parte esencial del proceso de investigación, ya que permiten al investigador obtener información relevante y precisa sobre el fenómeno que está investigando, asimismo pueden ser muy variados y pueden incluir encuestas, entrevistas, observación directa, análisis de documentos o registros existentes, entre otros.

Para esta presente investigación, el instrumento que se utilizará será el cuestionario.

Cuestionario

Es una herramienta muy común en la investigación social y se utiliza para recopilar datos de manera eficiente y sistemática, de esta manera pueden ser distribuidos en persona, por correo, por teléfono o en línea y los participantes pueden responder de manera individual o en grupo, así se recopilan una gran cantidad de datos, en poco tiempo y con un costo bajo (Granados, 2020).

4.5.2. Validez

Según López et al. (2019) la validez se refiere a la capacidad de un método de investigación para responder a las preguntas planteadas. Esto significa que el método es capaz de producir resultados consistentes en diferentes situaciones. La validez se concentra en las técnicas de medición y observación utilizadas, no en los datos en sí, y se evalúa en

términos de la independencia de las respuestas de las circunstancias circunstanciales del estudio.

De lo expuesto por el autor, la validez de un instrumento en nuestro trabajo de investigación realmente mide las variables que están en la matriz de Operacionalización y que tiene que ser evaluado por un jurado de expertos.

4.5.3. Confiabilidad

Para Rodríguez et al. (2020) un instrumento de medición es del todo confiable si conseguimos exactamente el mismo resultado cuando repetimos la medición varias veces en condiciones equivalentes. Cuando más varíen los resultados, menos confiable es el instrumento de medición.

De lo expuesto por el autor, la confiabilidad de los instrumentos, que serán aplicados en la presente investigación titulada: **“APLICACIÓN DEL PROTOTIPO DE UNA BALDOSA PIEZOELÉCTRICA PARA MEJORAR LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO-CALLAO”** deberán ser desarrollados utilizando el alfa de Cronbach y la r de Pearson como señal de conformidad respecto a los datos que hemos tomado y obtenido.

4.6. Análisis y procesamiento de Datos

4.6.1. Método de Análisis de Datos

Según Kinnear y Taylor (2002), el proceso de análisis de datos implica la aplicación de técnicas y procedimientos sobre la información recolectada con el objetivo de cumplir con los objetivos de la investigación. Estas técnicas y procedimientos no pueden ser definidos con rigidez antes de la investigación debido a problemas y dificultades que pueden surgir durante la recolección de datos. Sin embargo, es importante tener una planificación general del análisis de datos basada en la verificación de las hipótesis planteadas, ya que esta planificación afectará la fase de recolección de datos.

Según (**Arias, 2004**), en este momento se describen las diversas tareas a las que los datos obtenidos serán sometidos.

El análisis estadístico se divide en dos tipos: inferencial y descriptivo. El análisis inferencial es utilizado para estimar parámetros y probar hipótesis. Incluye tanto análisis paramétricos como no paramétricos y multivariados. Mientras que el análisis descriptivo se enfoca en presentar los datos mediante tablas y gráficos, así como en calcular medidas de resumen.

Según lo expuesto por el autor, para el presente trabajo de investigación se va a utilizar principalmente la herramienta de Microsoft Excel y el programa estadístico SPSS.

4.7. Aspectos Éticos

El presente trabajo de investigación titulado: **“APLICACIÓN DEL PROTOTIPO DE UNA BALDOSA PIEZOELECTRICA PARA MEJORAR LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO-CALLAO”** se ha tenido las siguientes consideraciones.

Académico: La información del estudio es realizado con fines académicos.

Objetivo: Los datos que se utilizando se analizan imparcialmente.

Confiable: La información que se utiliza es de la UNAC por ello se reservan los derechos de propiedad intelectual.

Veracidad: Los resultados obtenidos no serán alterados.

Originalidad: Según las Normativas de la Universidad Nacional del Callao, se incluirán citas para que no se considere plagio.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

Tabla 4 *Medidas Descriptivas de la Energía Eléctrica Antes de la Implementación*

Energía Eléctrica Renovable PRE TEST	
Media	24.48
Mediana	24.38
Desviación Estándar	3.17
Mínimo	18.22
Máximo	32.73

De la tabla 4 se observa que antes de la implementación, en promedio existía una generación de energía eléctrica de 24.48 vatios, con una desviación estándar de 3.17 vatios, lo que indicó que aproximadamente el 68% de medidas de generación de energía eléctrica renovable se encontraban entre 21.31 vatios y 27.65 vatios. Además, se observa que la menor medición fue de 18.22 vatios y la mayor fue de 32.73 vatios.

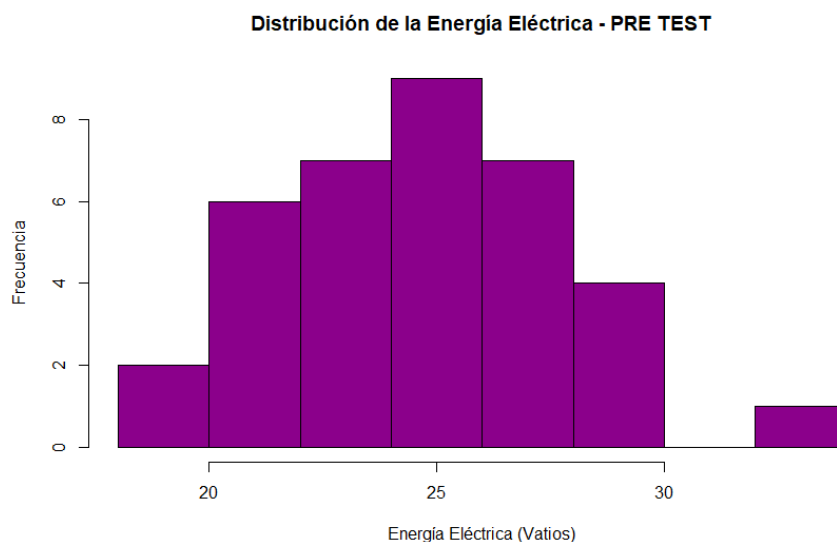


Figura 6 *Histograma de la Energía Eléctrica Pre Test*

De la figura se observa que los datos de la Energía Eléctrica antes de la implementación tienden a una distribución normal.

Tabla 5 Medidas Descriptivas de la Energía Eléctrica Después de la Implementación

Energía Eléctrica Renovable POST TEST	
Media	27.35
Mediana	27.77
Desviación Estándar	2.68
Mínimo	20.87
Máximo	33.54

De la tabla 5 se observa que después de la implementación, en promedio existía una generación de energía eléctrica de 27.35 vatios, con una desviación estándar de 2.68 vatios, lo que indicó que aproximadamente el 68% de medidas de almacenamiento de energía eléctrica renovable se encontraban entre 24.67 vatios y 30.03 vatios. Además, se observa que la menor medición fue de 20.87 vatios y la mayor fue de 33.54 vatios.

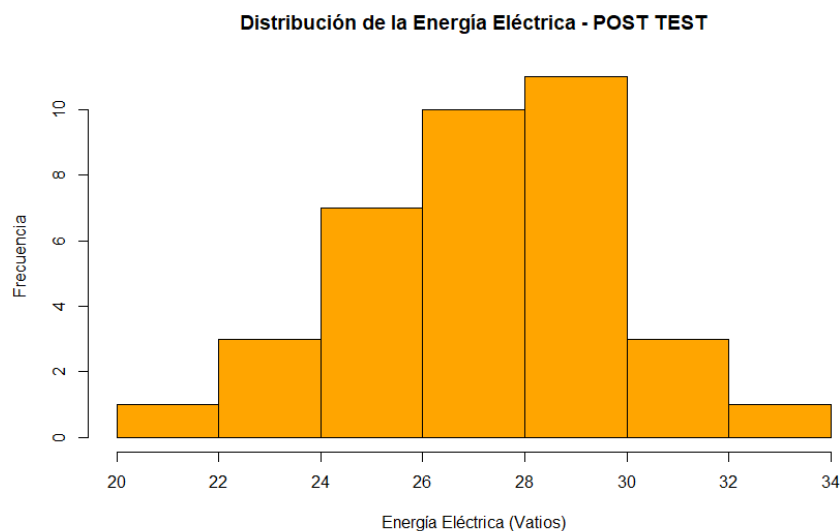


Figura 7 Histograma de la Energía Eléctrica Post Test

De la figura se observa que los datos de la energía eléctrica tienden a presentar la forma de una distribución normal. Además, se observa que los datos presentan una ligera inclinación a acumularse a la derecha por lo que existen valores superiores comparados con los datos del pre test.

Tabla 6 Medidas Descriptivas del Almacenamiento de Energía Eléctrica Antes de la Implementación

Almacenamiento Energía Eléctrica PRE TEST	
Media	25.62
Mediana	25.09
Desviación Estándar	2.64
Mínimo	19.51
Máximo	32.2

De la tabla 6 se observa que antes de la implementación, en promedio existía un almacenamiento de energía eléctrica de 25.62 vatios, con una desviación estándar de 2.64 vatios, lo que indicó que aproximadamente el 68% de medidas de almacenamiento de energía eléctrica renovable se encontraban entre 22.99 vatios y 28.26 vatios. Además, se observa que la menor medición fue de 19.51 vatios y la mayor fue de 32.2 vatios.

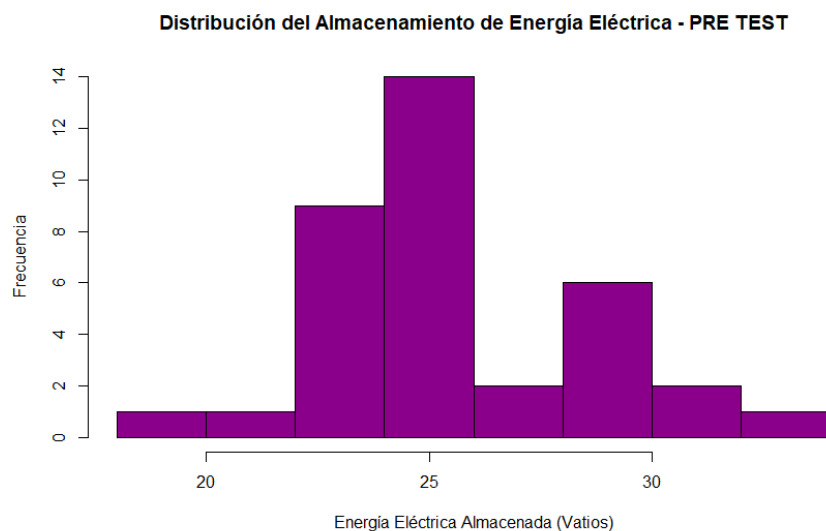


Figura 8 Histograma del Almacenamiento de Energía Eléctrica Pre Test

De la figura se observa que los datos del almacenamiento de energía eléctrica en el pre test tienden a presentar la forma de una distribución normal. Además, se observa que los datos presentan una ligera inclinación a acumularse a la izquierda.

Tabla 7 Medidas Descriptivas del Almacenamiento de Energía Eléctrica Después de la Implementación

Almacenamiento Energía Eléctrica POST TEST	
Media	27.77
Mediana	27.85
Desviación Estándar	1.84
Mínimo	23.57
Máximo	31.14

De la tabla 7 se observa que los datos de almacenamiento de energía eléctrica luego de la implementación se encontraban rodeando a los 27.77 vatios. Además, la desviación estándar de 1.84 vatios indicó que aproximadamente el 68% de medidas de almacenamiento de energía eléctrica renovable se encontraban entre 25.93 vatios y 29.61 vatios. Finalmente, se observó que el valor mínimo fue de 23.57 vatios y el valor máximo fue de 31.34 vatios.

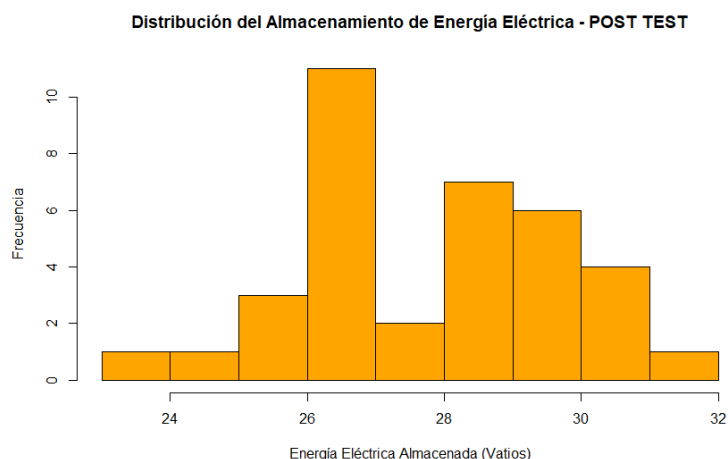


Figura 9 Histograma del Almacenamiento de Energía Eléctrica Post Test

De la figura se observa que los datos del almacenamiento de energía eléctrica en el post test tienden a presentar la forma de una distribución normal, notándose que la mayoría de los datos tienden a acumularse a la derecha, indicando valores superiores en su mayoría comparado con los valores del pre test.

Tabla 8 *Medidas Descriptivas del Rendimiento de los Sistemas Electrónicos Antes de la Implementación*

Almacenamiento Energía Eléctrica PRE TEST	
Media	3
Mediana	3
Desviación Estándar	0.01
Mínimo	2.98
Máximo	3.03

De la tabla se observa que los datos de los rendimientos del sistema electrónico antes de la implementación presentaron una respuesta media de 3 segundos. Además, estos valores varían con respecto a la media en 0.01 segundos. También, se observó que el tiempo mínimo fue de 2.98 segundos y el tiempo máximo de respuesta fue 3.03 segundos.

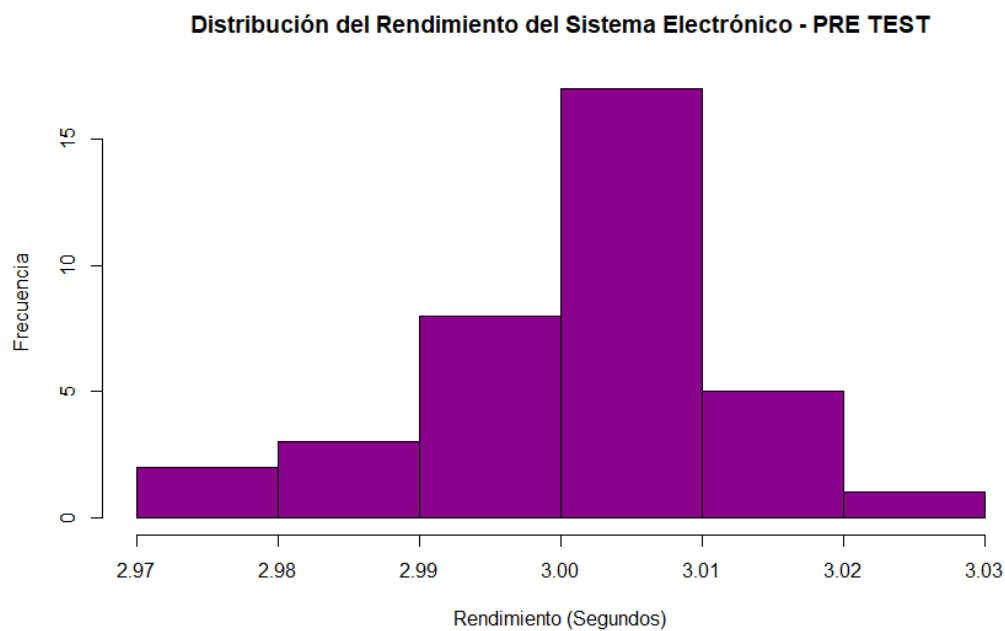


Figura 10 *Histograma de los Rendimiento de los Sistemas Electrónicos Pre Test*

De la figura se observa que los datos de los rendimientos de los sistemas electrónicos en el pre test tienden a presentar la forma de una distribución normal. Además, se observa que los datos presentan una ligera inclinación a acumularse a la derecha donde se encuentran los valores superiores.

Tabla 9 *Medidas Descriptivas del Rendimiento de los Sistemas Electrónicos Después de la Implementación*

Almacenamiento Energía Eléctrica POST TEST	
Media	1.5
Mediana	1.5
Desviación Estándar	0.01
Mínimo	1.48
Máximo	1.52

De la tabla se observa que los datos de los rendimientos del sistema electrónico luego de la implementación presentaron una respuesta media de 1.5 segundos. Además, estos valores varían con respecto a la media en 0.01 segundos. También, se observó que el tiempo mínimo fue de 1.48 segundos y el tiempo máximo de respuesta fue 1.52 segundos.

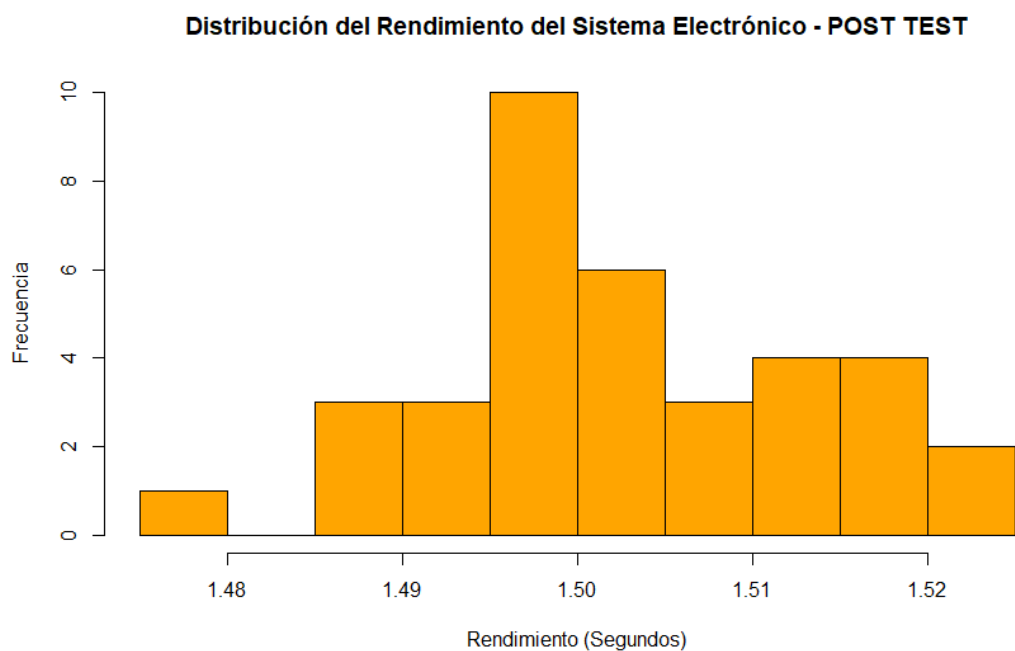


Figura 11 *Histograma de los Rendimiento de los Sistemas Electrónicos Post Test*

De la figura se observa que los datos de los rendimientos de los sistemas electrónicos en el post test tienden a presentar la forma de una distribución normal. Además, se observa que los datos presentan una ligera inclinación a acumularse a la izquierda donde se encuentran los valores inferiores.

5.2. Resultados inferenciales

Tabla 10 Prueba de Normalidad de Shapiro Wilks

Variable	Estadístico	Sig.
Energía Eléctrica Pre Test	0.98602	0.9205
Energía Eléctrica Post Test	0.99026	0.9848
Almacenamiento de Energía Eléctrica Pre Test	0.94848	0.09365
Almacenamiento de Energía Eléctrica Post Test	0.9573	0.1773
Sistemas Electrónicos Pre Test	0.97052	0.4398
Sistemas Electrónicos Post Test	0.97893	0.7092

H₀: La variable presenta distribución normal.

H₁: La variable no presenta distribución normal.

De la tabla se observa que en todos los casos tanto la Energía Eléctrica, el Almacenamiento de Energía Eléctrica y Sistemas Electrónicos presentaron distribución normal tanto en el pre test como en el post test. Esto debido a que todos presentaron una significancia mayor de 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 11 Prueba de Homogeneidad de Levene

Variable	Estadístico	Sig.
Energía Eléctrica Pre vs Post	0.8224	0.3676
Almacenamiento de Energía Eléctrica Pre vs Post	0.3371	0.3371
Sistemas Electrónicos Pre vs Post	0.8006	0.8006

H₀: Las varianzas entre los grupos (Pre vs Post) son iguales.

H₁: Las varianzas entre los grupos (Pre vs Post) son diferentes.

A partir de la tabla 11 se observa que en todos los casos la significancia resultó mayor de 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula, concluyéndose que las varianzas de los grupos pre test y post test en la Energía Eléctrica, Almacenamiento de Energía Eléctrica y Sistemas Electrónicos son homogéneos (varianzas iguales).

Dado estos resultados, se utilizó la prueba T de Student para muestras relacionadas para verificar las hipótesis de investigación, las cuales serán explicados a continuación:

Hipótesis General

H₁: El diseño de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica mejora la generación de energía eléctrica renovable en la Universidad Nacional del Callao.

H₀: El diseño de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica no mejora la generación de energía eléctrica renovable en la Universidad Nacional del Callao.

Tabla 12 Prueba T de Student para Muestras Relacionadas. Energía Eléctrica - Pre vs Post

Media de la diferencia	Intervalo (95%)		t	g.l.	Sig.
	Inferior	Superior			
-2.869786	-4.36144	-1.37813	-3.9057	35	0.00041

De la tabla se observa que la significancia resultó mucho menor que 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula evidenciando que existen diferencias significativas de la generación de energía eléctrica renovable antes y después de la implementación, donde se observó que la media del post test era superior comparado con la media del pre test. Por lo tanto, se concluye que el diseño de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica mejora la generación de energía eléctrica renovable en el lugar de estudio.

Hipótesis Específica 1

H₁: El diseño de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica mejora el almacenamiento de energía eléctrica generada en la Universidad Nacional del Callao.

H₀: El diseño de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica no mejora el almacenamiento de energía eléctrica generada en la Universidad Nacional del Callao.

Tabla 13 Prueba T de Student para Muestras Relacionadas. Energía Eléctrica Almacenada - Pre vs Post

Media de la diferencia	Intervalo (95%)		t	g.l.	Sig.
	Inferior	Superior			
-2.150186	-3.3481965	-0.9521762	-3.6436	35	0.0008632

De la tabla se observa que la significancia resultó mucho menor que 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula evidenciando que existen diferencias significativas de la energía eléctrica almacenada antes y después de la implementación, donde se observó que la media del post test era superior comparado con la media del pre test. Por lo tanto, se concluye que el diseño de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica mejora el almacenamiento de energía eléctrica generada en el lugar de estudio.

Hipótesis Específica 2

H₁: El diseño de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica mejora los sistemas electrónicos en la Universidad Nacional del Callao.

H₀: El diseño de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica no mejora los sistemas electrónicos en la Universidad Nacional del Callao.

Tabla 14 Prueba T de Student para Muestras Relacionadas. Rendimiento de los Sistemas Electrónicos - Pre vs Post

Media de la diferencia	Intervalo (95%)		t	g.l.	Sig.
	Inferior	Superior			
1.498948	1.493153	1.504743	525.14	35	0.00

De la tabla se observa que la significancia resultó mucho menor que 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula evidenciando que existen diferencias significativas entre los tiempos (segundos) de respuesta de los sistemas electrónicos antes y después de la implementación, donde se observó que la media del post test era inferior comparado con la media del pre test. Por lo tanto, se concluye que el diseño de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica mejora los sistemas electrónicos en el lugar de estudio.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de a hipótesis con los resultados

Después de evaluar las pruebas de hipótesis con la prueba T de Student, se demostró que la implementación de un prototipo de baldosas piezoeléctricas en la Universidad Nacional del Callao mejoró la generación de energía eléctrica renovable. Lo cual también se demostró diferencias significativas entre la generación de energía antes y después de la implementación, con mediciones superiores después de la implementación.

También, se logró demostrar la primera hipótesis específica, donde a partir de la prueba T de Student de muestras relacionadas se logró evidenciar la existencia de diferencias significativas del almacenamiento de energía eléctrica, antes y después de la implementación donde las medidas de almacenamiento luego de la implementación fueron superiores, por lo que se concluyó que el diseño de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica mejoró el almacenamiento de energía eléctrica generada en la Universidad Nacional del Callao.

Finalmente, se logró mejorar el rendimiento de los sistemas electrónicos donde a partir de la prueba T de Student de muestras relacionadas se observó la existencia de diferencias significativas entre el pre test y el post test, notándose que los tiempos de respuesta de los sistemas electrónicos disminuyeron tras la implementación, por lo que se concluyó que el diseño de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica mejora los sistemas electrónicos en la Universidad Nacional del Callao.

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares

Bernal y Castillo (2019) en su trabajo de investigación titulado “ESTUDIO DE ELEMENTOS NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ECOBALDOSAS EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA” hallaron que implementar ecobaldosas en la institución es una idea innovadora porque aporta de manera positiva, aumentando la utilización de energías renovables. Además, brinda beneficios sociales y económicos, ya que se obtienen menores costos en energía consumida, ahorro de dinero para la institución y mayor

productividad. Sin embargo, para ello, es importante brindar un mantenimiento y continuar realizando esfuerzos por invertir en energía renovable y en reducción de gasto energético, ya que no es un asunto de solo una vez, sino que debe replicarse para causar un gran impacto. Estos resultados mantienen similitud con el estudio presente porque implementar herramientas o procesos que mejoren la generación de energía no solo le permite a la entidad reducir sus gastos, sino que ayuda positivamente al medioambiente y a la comunidad en general.

Por otro lado, Hoyos (2019) en su trabajo de investigación titulado “PROTOTIPO DEBALDOSA PIEZOELÉCTRICA GENERADORA DE ENERGÍA DE BAJA TENSIÓN” determinó que esta práctica permite obtener mayor cantidad de corriente y mejorar la eficiencia, ya que los índices de respuesta son buenos y los resultados permiten cambiar los valores antiguos. La energía generada por dispositivos piezoeléctricos genera mayor cantidad de energía, pero, únicamente en dispositivos de bajo voltaje, es por ello que es necesario contar con un diseño que efectivamente cubra la energía que emita. Estos resultados mantienen cierta similitud con el estudio porque ambos autores hicieron referencia en que el uso de esta energía ha resultado una solución enriquecedora, sin embargo, aún es un campo que debe seguir estudiándose para obtener mayores ventajas y resultados.

De igual modo, Burbano (2021) en su trabajo de investigación titulado “IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO FUNCIONAL GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE UNA BALDOSA CON ELEMENTOS PIEZOELÉCTRICOS”, halló que este sistema tiene índices de eficiencia alta y son proporcionales a su accionamiento. En la actualidad se emplean para evitar contaminar el medio ambiente y disminuir el uso de energía eléctrica convencional, ya que estas consumen los combustibles fósiles. Estos resultados mantienen similitud con el estudio porque lo que se busca es implementar una herramienta que contribuya a la reducción de carga convencional. Además, estos sistemas aprovechan la energía que utiliza el ser humano al caminar, siendo sumamente viable para la generación de nueva carga natural.

También, Vicente y Sánchez (2020) en su trabajo de investigación titulado “GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE UTILIZANDO UNA BALDOSA PIEZOELÉCTRICA – 2020” determinaron que el uso de estos mecanismos permite que la entidad sea más eficiente en la gestión del mantenimiento, optimizando los resultados e incrementando los recursos disponibles. Además, mejora el sistema de gestión e incrementa los buenos resultados. Esto se vincula con el estudio presente porque el mantenimiento de las maquinas muchas veces tiene errores y retrasos, sin embargo, con esta nueva tecnología la productividad y el rendimiento es mucho mejor.

Finalmente, Hinojosa (2021) en su trabajo de investigación titulado “DISEÑO DE UN SISTEMA GENERADOR PIEZOELÉCTRICO PARA REDUCIR LOS COSTOS POR LA ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA DE LOS EQUIPOS BIOMÉDICOS DE EMERGENCIA EN EL HOSPITAL SANTA ROSA-LIMA 2021” determinó que a través de este diseño existe mayor vida útil para cada equipo, ya que el consumo es distinto y la energía que se obtienen también, la misma que brinda mayor eficiencia y autonomía. Durante la pandemia de COVID-19, preservar el medio ambiente ha sido un mecanismo muy importante por distintas empresas, quienes se encuentran preocupadas por el consumo responsable y el ahorro de energía. Estos hallazgos se vinculan con los del estudio, puesto que, desarrollar este sistema trae consigo grandes beneficios y mayor estabilidad, así como detención de posibles errores que puedan ser corregidos inmediatamente.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes

En este estudio se respetó en todo momento los principios éticos comprendidos en el reglamento, es por ello que el presente estudio titulado “Aplicación del prototipo de una baldosa piezoeléctrica para mejorar la generación de energía eléctrica renovable en la Universidad Nacional del Callao-Callao”, cumplió de forma transparente con las normas establecidas de la sociedad académica y de la misma universidad.

VII. CONCLUSIONES

Primera: El prototipo de baldosa piezoeléctrica implementado con éxito ha demostrado ser una solución creativa para mejorar la producción de energía eléctrica. Una evaluación comparativa de los resultados antes y después de la implementación reveló diferencias significativas en la producción de energía, con un aumento en los valores en el periodo posterior a la implementación. Este logro ayuda a la universidad en su camino hacia una mayor sostenibilidad y también abre la posibilidad de investigar nuevas formas de generar energía renovable en el futuro.

Segunda: La implementación de baldosas piezoeléctricas no solo ha mejorado la producción de energía renovable, sino que también ha demostrado ser eficaz en su almacenamiento. Una evaluación de los resultados reveló una clara mejoría en el almacenamiento de energía eléctrica después de la implementación, con una diferencia significativa en comparación con los resultados obtenidos antes de la implementación ($p < 0.05$). Esto se considera un importante avance en la utilización y almacenamiento de energías renovables en la universidad.

Tercero: Finalmente, la evaluación de los resultados de los sistemas electrónicos después de la implementación de baldosas piezoeléctricas reveló una clara mejora en sus tiempos de respuesta. Un análisis estadístico comparando los resultados antes y después de la implementación mostró una disminución significativa en los tiempos de respuesta, demostrando la eficacia de esta tecnología en la optimización de los sistemas electrónicos. Estos hallazgos son un paso importante hacia la utilización de energías renovables y su impacto en la eficiencia tecnológica.

VIII. RECOMENDACIONES

- Es importante destinar recursos y apoyar la investigación en energías renovables y tecnologías relacionadas, para que los investigadores y expertos puedan explorar nuevos avances y soluciones eficientes en el ámbito de la energía sostenible. Esto puede incluir el desarrollo de nuevas tecnologías, mejoras en las existentes y soluciones innovadoras que permitan una mayor eficiencia y efectividad en su uso.
- La incorporación de tecnologías de energía renovable en todos los edificios puede contribuir a disminuir la dependencia de fuentes de energía no renovables y mejorar la eficiencia energética. Esto puede ser logrado a través de la instalación de paneles solares, turbinas eólicas, sistemas geotérmicos y tecnologías similares.
- Es importante trabajar en colaboración con empresas y organizaciones en el sector energético para impulsar la adopción de tecnologías renovables y asegurar una transición justa y equitativa. Esto puede incluir la colaboración en proyectos, la implementación de iniciativas conjuntas y el apoyo a organizaciones y empresas comprometidas con la adopción de energías renovables.
- Es importante seguir invirtiendo y apoyando el desarrollo de tecnologías innovadoras en energías renovables, para maximizar su impacto y mejorar su eficiencia y accesibilidad a largo plazo. Esto puede incluir la investigación en tecnologías emergentes, el apoyo a empresas innovadoras y la colaboración

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aabid, A, et al. 2021. *A systematic review of piezoelectric materials and energy harvesters for industrial applications.* 2021. pp. 1-27. Vol. 21.

Álvarez, L, Medina, J and Morales, L. 2017. *Aplicaciones de la piezoelectricidad en Ingeniería Civil.* 2017. pp. 15-26. Vol. 1.

Árevalo, L y Lamprea, D. 2019. *Diagnóstico para la implementación de baldosas piezoeléctricas como alternativas de energía renovable en la Universidad Santo Tomás Villavicencio campus aguas claras.* s.l. : Universidad Santo Tomás, 2019.

Ballesteros, Vladimir y Gallego, Adriana. 2019. *Modelo de educación en energías renovables desde el compromiso público y la actitud energética.* 2019.

Bastidas, C. 2019. *Configuración de una silla de ruedas ergonómica inteligente para cuadripléjicos.* s.l. : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2019.

Bernal, J y Castillo, A. 2019. *Estudio de elementos necesarios para la implementación de ecobaldosas en la universidad católica de Colombia.* 2019.

Bragard, Jean, y otros. 2021. *Modelización computacional cardiaca.* s.l. : Revista Española de Cardiología, 2021.

Burbano, J. 2021. *Implementación de un prototipo funcional generador de energía eléctrica a través de una baldosa con elementos piezoeléctricos.* s.l. : Universidad Católica de Colombia, 2021.

Calderón, Angélica, Ortega, Samantha y Moreno, Iveth. 2021. *Diseño y desarrollo de simulador de un sistema de almacenamiento de energía mediante sensores piezoeléctricos.* 2021.

Camargo, J., y otros. 2022. *Configuración y montaje de instrumento para la caracterización magnetoeléctrica de compuestos cerámicos multiferroicos.* s.l. : Revista mexicana de física, 2022.

Chamba, Santiago, et al. 2022. *Regulación Primaria de Frecuencia Mediante Sistemas de Almacenamiento de Energía con Baterías en el Sistema Eléctrico Ecuatoriano.* 2022.

Chen, J, et al. 2019. *Piezoelectric materials for sustainable buildings structures: Fundamentals and applications.* 2019. pp. 14-25. Vol. 101.

Cisneros, Alicia, et al. 2022. *Técnicas e instrumentos para la recolección de datos que apoyan a la investigación científica en tiempo de Pandemia.* s.l. : Revista Científica Dominio de las Ciencias, 2022. pp. 1165-1185. Vol. 8.

Concha, P y Zamalloa, R. 2017. *Proyecto de viabilidad para implementar un sistema de generación de energía renovable en las estaciones de la Línea 1 del tren eléctrico de lima.* s.l. : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2017.

Cuisano, Julio, Chirinos, Luis y Barrantes, Enrique. 2020. *Eficiencia energética en sistemas eléctricos de micro, pequeñas y medianas empresas del sector de alimentos. Simulación para optimizar costos de consumo de energía eléctrica.* s.l. : Información tecnológica, 2020.

Dávila, Andrea, y otros. 2020. *Desarrollo de un prototipo de losa generadora de energía eléctrica usando sensores piezoeléctricos.* 2020. Vol. 4.

Delgado, José. 2021. *La investigación científica: su importancia en la formación de investigadores.* 2021. págs. 2385-2386. Vol. 5.

Echeverry, A, et al. 2020. *Design, construction and evaluation of an energy harvesting prototype built with piezoelectric materials.* 2020. pp. 56-64.

Edenhofer , Ottmar , Pichs-Madruga, Ramón and Sokona, youba. 2011. *Informe especial sobre fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático.* s.l. : Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2011. ISBN 978-92-9169-331-3.

Elhalwagy, A, Ghoneem, M and Elhadidi, M. 2017. *Feasibility study for using piezoelectric Energy Harvesting floor in buildings' Interior Spaces.* 2017. pp. 114-126.

Espinel, Edwin, Florez, Eder and Barbosa, Jhon. 2020. *Estudio para la generación de energía por un sistema con paneles solares y baterías.* 2020.

Estudio de la movilidad peatonal en un centro urbano: un caso en Costa Rica.

Fernández, Ana y Hernández, Henry. 2019. 62, 2019, *Revista Geográfica de América Central*, págs. 244-277.

Feria, Hernán, Matilla, Margarita y Mantecón, Silverio. 2020. *La entrevista y la encuesta: ¿Métodos o técnicas de indagación empírica?* s.l. : Didasc@lia: Didáctica y educación, 2020. págs. 62-79. Vol. 11. ISSN 2224-2643.

Fernández, Ana y Hernández, Henry. 2019. *Estudio de la movilidad peatonal en un centro urbano: un caso en Costa Rica.* 2019. págs. 244-277.

Fernández, Víctor. 2020. *Tipos de justificación en la investigación científica.* 2020. págs. 65-76. Vol. 4.

Fuentes , Deivi, et al. 2020. *Metodología de la investigación: Conceptos, herramientas y ejercicios prácticos en las ciencias administrativas y contables.* s.l. : Universidad Pontificia Bolivariana, 2020. ISBN: 9789587648799.

Garzón, Diego, García, Edwin and Sánchez, Héctor. 2019. *Influencia del Tiempo de Envejecimiento en la Conductividad Eléctrica de Aleaciones de Aluminio Serie 8000 AA-8176.* 2019. Vol. 30.

Ghazanfarian, J, Mohammadi, M and Uchino, K. 2021. *Piezoelectric Energy Harvesting: A systematic Review of Reviews.* 2021. pp. 1-40. Vol. 10.

Girón, M. 2010. *Implementación de indicadores claves de desempeño para el aseguramiento de la inocuidad en productos elaborados a base de fruta.* s.l. : Universidad de San Carlos de Guatemala, 2010.

Gómez, Gustavo, Meza, Carlos y Morales, Sergio. 2021. *Oportunidades y desafíos para la integración de almacenamiento electroquímico en las redes eléctricas centroamericanas.* s.l. : Revista Tecnología en Marcha, 2021.

Gómez, Sergio, Ramón, Bladimir y Santos, Alfonso. 2020. *Caracterización dinámica vibratoria experimental de compuestos reforzados con fibra natural de fique.* s.l. : Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 2020.

Granados, Rolando. 2020. *Revisión teórica de herramientas metodológicas aplicadas en la investigación criminológica.* s.l. : Revista de Derecho y Cambio Social, 2020. págs. 501-511.

Guacapiña, B y Huerta, J. 2019. *Diseño e implementación de un sistema generador de energía eléctrica mediante el uso de dispositivos piezoeléctricos implementados en una máquina elíptica en el gimnasio "Zeus" ubicado en la ciudad de machachi- Cantón Mejía.* s.l. : Universidad Técnica de Cotopaxi, 2019.

Hinostroza, L. 2021. *Diseño de un Sistema Generador Piezoeléctrico para reducir los costos por la Alimentación Eléctrica de los Equipos Biomédicos de Emergencia en el Hospital Santa Rosa-Lima 2021.* s.l. : Universidad Tecnológica del Perú, 2021.

Hoyos, A. 2019. *Prototipo de baldosa piezoeléctrica generadora de energía de baja tensión.* s.l. : Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, 2019.

Influencia del Tiempo de Envejecimiento en la Conductividad Eléctrica de Aleaciones de Aluminio Serie 8000 AA-8176. **Garzón, Diego, García, Edwin and Sánchez, Héctor. 2019.** 6, 2019, Información tecnológica, Vol. 30.

Iturralde, Luis, Monteagudo, José y Castro, Nelson. 2021. *La eficiencia energética y la competitividad empresarial en América del norte.* s.l. : Revista Universidad y Sociedad, 2021.

Jettanasen, C, Songsukthawan, P and Ngaopitakkul, A. 2022. *Conversion of Mechanical Energy to Electrical Energy Using Piezoelectric Materials for Bicycle Lane Lighting Systems.* 2022. Vol. 12.

Jordá, Rafael. 2021. *Régimen Aplicable a las Ampliaciones de Capital en las Sociedades Laborales.* 2021.

León, Marco, y otros. 2020. *Sistema de Análisis del Aforo Vehicular Utilizando la Infraestructura de Semáforos de Tránsito.* 2020.

López, M y Prudencio, D. 2020. *Energía renovable obtenida a partir del diseño e implementación de un prototipo piezoeléctrico adaptado a un somier aprovechando el movimiento corporal, Lima 2020.* s.l. : Universidad César Vallejo, 2020.

López, Raúl, et al. 2019. *Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas.* s.l. : Revista Cubana de Medicina Militar, 2019. Vol. 48.

Los alcances de una investigación. **Ramos, Carlos. 2020.** 3, 2020, CienciAmérica, Vol. 9.

Menéndez, A. 2022. *Desarrollo de un prototipo de baldosa generadora de energía eléctrica a partir de la piezoelectricidad y almacenamiento de la energía producida.* s.l. : Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona, 2022.

Meor, A, Fared, M and Meor, B. 2011. *Advances in Civil Engineering Materials.* 2011. Vols. 90-93.

Mercado, Carlos, Otarola, Jorge y Suarez, Omar. 2019. *Efectos de la temperatura en la resonancia ferromagnética: estudio comparativo para diferentes materiales.* s.l. : Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2019.

Metodología de los tipos y diseños de estudio mas frecuentemente utilizados en investigación clínica. Manterola, Carlos, et al. 2019. 1, 2019, Revista médica clínica las Condes, Vol. 30, pp. 36-49.

Montiel, Néstor y Pérez, Juan. 2019. *Generación de Energía a partir de Residuos Sólidos Urbanos. Estrategias Termodinámicas para Optimizar el Desempeño de Centrales Térmicas.* s.l. : Información tecnológica, 2019.

Morocho, Braulio y Ordoñez, Brayan. 2019. *Ingeniería básica de una baldoza piezoeléctrica para el harvesting de energía ambiental.* 2019.

Mucha, Luis, et al. 2020. *Evaluación de procedimientos empleados para determinar la población y muestra en trabajos de investigación de posgrado.* s.l. : Revista Desafíos, 2020. Vol. 12.

Nuñez, M. 2019. *Aprovechamiento de la tecnología piezoeléctrica para la generación de energía eléctrica en la pista de baile de la discoteca La Cayet - Distrito de Soritor - Departamento de San Martín.* s.l. : Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2019.

Ojeda, E. 2019. *Diseño de instalación de baldosas piezoeléctricas para iluminar multicancha en la sede viña del mar.* s.l. : Universidad Técnica Federico Santa María, 2019.

Ortega, Kevin and Pino, Sergio. 2021. *Impacto social y económico de los factores de riesgo que afectan la seguridad ciudadana en Ecuador.* 2021.

Palazuelos, Enrique. 2019. *El oligopolio que domina el sistema eléctrico.* 2019.

Paredes, Luis and Pozo, Marcelo. 2020. *Movilidad Eléctrica y Eficiencia Energética en el Sistema de Transporte Público del Ecuador un Mecanismo para Reducir Emisiones de CO2.* s.l. : Revista Técnica, 2020.

Pascual, Aitziber y Conejero, Susana. 2019. *Regulación emocional y afrontamiento: Aproximación conceptual y estrategias.* s.l. : Revista Mexicana de Psicología, 2019.

Piezoelectric materials for sustainable buildings structures: Fundamentals and applications. **Chen, J, et al. 2019.** 2019, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 101, pp. 14-25.

Pilatásig, Jaime and Carrión, Diego. 2020. *Resiliencia de Sistemas Eléctricos de Potencia mediante la Conmutación de Líneas de Transmisión – Estado del arte.* 2020.

Pimentel, Omar, y otros. 2018. *Germinación y crecimiento de Cucumis sativus aplicando un campo electrico empleando superficies modificadas con oxidos de metales de transicion.* 2018.

Pineda, J y Infante, G. 2018. *Elaboración de un estudio de prefactibilidad para el montaje de una empresa de comercialización, instalación y mantenimiento de plataformas piezoeléctricas: Caso portales y estaciones de transmilenio.* s.l. : Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2018.

Quispe, Antonio, et al. 2020. *Metodologías cuantitativas: Cálculo del tamaño de muestra con SATA y R.* s.l. : Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Amazor Aguinaga Asenjo, 2020. Vol. 13. ISSN 2227-4731.

Rafael, Guillermo. 2019. *Modelo compacto con capacidad de predicción de parámetros físicos para amplificadores de RF.* 2019. Vol. 28.

Reflexión sobre la justificación metodológica del uso de animales en investigación biomédica. **Vilela, Fabiola. 2019.** 1, 2019, Revista Colombiana de Bioética, Vol. 14, págs. 52-68.

Reyes, Irma, et al. 2022. *Métodos científicos y su aplicación en la investigación pedagógica.* 2022. Vol. 9.

Robles, Blanca. 2019. *Población y muestra.* s.l. : Revista Pueblo Continente, 2019. Vol. 30. ISSN 2617-9474.

Rodríguez, Julio and Reguant, Mercedes. 2020. *Calcular la fiabilitat d'un qüestionari o escala mitjançant l'SPSS: el coeficient alfa de Cronbach.* s.l. : Revista d'Innovació i Recerca en Educació, 2020. Vol. 13.

Rodríguez, Julius y Reguant, Mercedes. 2020. *Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach.* 2020.

Romero, Fredys, Rubio, Ainhoa and Chica, Edwin. 2022. *Turbinas hidrocinéticas tipo propela: una alternativa para la generación de energía eléctrica.* s.l. : Revista UIS Ingenierías, 2022.

Rosario, Lorena y Perozo, Lorheny. 2019. *Ruta metodológica para avanzar en el periplo de la investigación educativa con variable compuesta o predicativa.* 2019. págs. 60-74.

Ruiz, José, y otros. 2020. *Análisis del tránsito peatonal, alternativas y soluciones a congestionamientos en la Avenida América, entre Avenida Manabí y Calle Ramón Fernández. Portoviejo-Manabí.* 2020.

Segovia, L y Atuesta, J. 2019. *Estudio de viabilidad de un gimnasio ambientalmente sostenible en el barrio el poblado, en la ciudad de medellín.* s.l. : Universidad EIA, 2019.

Serrano, Dario, Cerpa, Fainer y Gutiérrez, Gail. 2021. *Análisis de las pérdidas de carga en flujo turbulento en un laboratorio universitario de mecánica de fluidos.* 2021.

Solban, M y Moussa, R. 2021. *Investigating the potential of using human movements in energy harvesting by installing piezoelectric tiles in Egyptian public facilities.* 2021. págs. 1-13. Vol. 9.

Solíz, Desiderio. 2019. *Cómo hacer un perfil proyecto de investigación cinética.* s.l. : Palibrio, 2019.

Tapia, Lorena, et al. 2019. *Pregunta, hipótesis y objetivos de una investigación clínica.* s.l. : Revista Médica Clínica Las Condes, 2019.

Urroz, D, et al. 2019. *Piezoelectricity: a literature review for power generation support.* 2019. Vol. 293.

Varela, Cristobal. 2020. *Aplicaciones de energía cinética en electromovilidad autónoma y sostenible.* 2020.

Vega, J. 2020. *Generación de energía piezoeléctrica en la plaza de armas de Jaén-Perú para iluminación y servicios WIFI Público.* s.l. : Universidad Nacional de Jaén, 2020.

Velasco, Susana y López, Fernando. 2020. *Generadores de electricidad bioinorgánicos. Conversión de energía química renovable a través de materiales piezoeléctricos funcionalizados con enzimas.* 2020.

Vicente, C y Sanchez, J. 2020. *Generación de energía eléctrica renovable utilizando una baldosa piezoeléctrica - 2020.* s.l. : Universidad César Vallejo, 2020.

Wang, J, et al. 2018. *Energy harvesting from flow-induced vibration: a lumped parameter model.* 2018. pp. 1-11. Vol. 40.

ANEXOS

Matriz de Consistencia

APLICACIÓN DEL PROTOTIPO DE UNA BALDOSA PIEZOELÉCTRICA PARA MEJORAR LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO-CALLAO'					
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTO	METODOLOGÍA
La transición energética también se ve amenazada por tensiones geopolíticas y comerciales y por la disminución de las inversiones en energía limpia (Vega, 2020). En tal sentido es de suma importancia realizar investigaciones relacionadas al sector energético y buscar alternativas de energías renovables, una alternativa muy poco explorada en Perú es la recolección de energía del movimiento humano, durante las	<p>Objetivo general</p> <p>Aplicar el prototipo de una baldosa piezoeléctrica para mejorar la generación de energía eléctrica renovable en la Universidad Nacional del Callao.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>H.G. El diseño de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica mejora la generación de energía eléctrica renovable en la Universidad Nacional del Callao.</p>	<p>Variable independiente</p> <p>BALDOSA PIEZOELÉCTRICA</p> <p>Dimensiones</p> <p>Indicadores:</p> <p>D1: Parámetros físicos</p> <p>I1: Conductividad Eléctrica</p> <p>I2: Factor de acoplamiento electromecánico</p> <p>I3: Coeficientes piezoeléctricos</p> <hr/> <p>D2: Afluencia</p> <p>I1: Promedio de personas que transitan</p>	<p>Técnicas:</p> <p>Observación</p> <p>Instrumento:</p> <p>Guía de observación</p> <p>Pre y post test.</p>	<p>Tipo y Diseño de la Investigación:</p> <p>Para el presente trabajo de investigación:</p> <p>Tipo de Investigación:</p> <p>Aplicada</p> <p>Diseño de la Investigación:</p>

<p>actividades cotidianas (López & Prudencio, 2020).</p>			<p>D3: Diseño mecánico I1: Regulación I2: Acondicionamiento I3: Distribución de las baldosas: distancia de separación</p>		<p>PRE EXPERIMENTAL – TRANSVERSAL</p> <p>Nivel de la Investigación: DESCRIPTIVO</p>
<p>Problema General:</p> <p>¿De qué manera la aplicación de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica puede mejorar la generación de energía eléctrica renovable en la Universidad Nacional del Callao?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>P.E.1. ¿De qué manera la aplicación de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica puede mejorar el almacenamiento de</p>	<p>Objetivos Específicos:</p> <p>O.E.1. Aplicar el prototipo de una baldosa piezoeléctrica para mejorar el almacenamiento de energía eléctrica generada en la Universidad Nacional del Callao.</p>	<p>Hipótesis Específicas:</p> <p>H.E.1. El diseño de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica mejora el almacenamiento de energía eléctrica generada en la Universidad Nacional del Callao.</p>	<p>Variable dependiente: ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE</p> <p>Dimensiones e</p> <p>Indicadores:</p> <p>D1: Almacenamiento de energía eléctrica</p> <p>I1: Eficiencia I2: Ampliaciones de transmisiones I3: Suministrar energía</p>		<p>Población Y Muestra:</p> <p>Población:</p> <p>Se identificó como población todos los fluorescente dentro de la Universidad Nacional del Callao.</p> <p>Muestra: 36 fluorescentes encontrados en 2</p>

<p>energía eléctrica generada en la Universidad Nacional del Callao?</p> <p>P.E.2. ¿De qué manera la aplicación de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica puede mejorar los sistemas eléctricos en la Universidad Nacional del Callao?</p>	<p>O.E.2. Aplicar el prototipo de una baldosa piezoeléctrica para mejorar los sistemas eléctricos en la Universidad Nacional del Callao.</p>	<p>H.E.2. El diseño de un prototipo de una baldosa piezoeléctrica mejora los sistemas electrónicos en la Universidad Nacional del Callao.</p>	<p>D2: Sistemas eléctricos</p> <p>I1: Objetivos I2: Fiabilidad I3: Transporte de energía</p>		<p>pasadizos ubicados dentro de la Universidad Nacional del Callao.</p>
--	--	---	---	--	---

Bases de Datos

N	Energía Eléctrica Pre (Vatios)	Energía Eléctrica Post (Vatios)	Almacenamiento de Energía Eléctrica Pre (Vatios)	Almacenamiento de Energía Eléctrica Post (Vatios)	Sistemas Electrónicos Pre (s)	Sistemas Electrónicos Post (s)
1	25.23921	31.47548	25.10247	26.23661	2.977178	1.520883
2	26.16038	23.30419	25.30549	26.70741	3.00858	1.512997
3	23.96208	25.64426	24.6069	28.46006	2.98929	1.511818
4	22.05534	26.46004	23.17643	26.11866	3.007296	1.492219
5	22.08535	28.47614	25.50123	31.34333	2.997798	1.503365
6	28.68783	27.80864	23.48234	30.14421	3.010054	1.515434
7	29.47669	33.54057	25.07252	28.02838	2.979725	1.500726
8	22.19777	28.84057	28.05057	30.07036	3.001532	1.494432
9	21.38275	27.87403	25.50645	29.90154	3.004609	1.499973
10	20.12967	28.7915	19.50603	30.19969	3.002316	1.510914
11	24.47555	27.43727	26.72129	28.27293	3.019189	1.485198
12	26.09044	23.35143	24.52002	26.56873	3.000298	1.499585
13	21.72934	26.56949	25.76715	26.39789	2.999902	1.507498
14	26.28648	25.83584	23.65648	27.6807	3.007442	1.498437
15	20.93474	29.45328	23.83028	23.56635	3.001734	1.50419
16	26.39493	28.36079	24.91059	26.33717	2.994658	1.498675
17	23.1402	28.07181	29.28355	29.91941	3.017481	1.52166
18	23.77003	26.36651	24.62655	26.74351	3.013235	1.504393
19	26.49276	20.87182	23.57802	25.44056	3.003782	1.499693
20	24.19947	25.23101	24.56791	25.69883	3.007682	1.517253
21	32.73109	25.09861	30.70174	28.5735	3.026775	1.489673
22	24.85623	29.85317	24.80619	28.89727	3.01307	1.504063
23	22.58845	24.43338	28.5959	25.89355	2.991874	1.497701
24	20.97665	28.9486	28.77994	27.12491	3.004717	1.496149
25	24.2733	27.35952	23.98632	29.08031	2.993098	1.518851
26	25.07552	22.52018	23.65125	29.56582	3.006835	1.506858
27	27.13367	31.94855	21.93159	30.00165	2.999664	1.497583
28	29.79685	27.73371	25.45423	28.4924	2.991504	1.487545
29	21.72774	29.11867	32.20436	26.07147	3.003233	1.490553
30	27.31107	29.77071	30.41091	26.44957	2.98474	1.500081
31	25.33105	27.8047	28.39627	24.96217	3.003819	1.497399
32	18.93665	26.80598	28.24779	26.51995	2.996365	1.510376
33	18.22605	30.58262	22.78357	28.80273	3.001957	1.506853
34	24.29444	28.62606	26.28401	26.49888	3.008278	1.475474
35	28.76986	25.09055	23.69312	29.25327	2.980623	1.518282
36	24.5374	25.30966	25.56507	29.64747	3.003761	1.495187