

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**“ANÁLISIS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ENTRE COCINA DE
INDUCCIÓN Y GLP EN JAÉN - PERÚ”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

Autores: Bach. Guevara Monteza, Daniel Armando

Bach. Carrasco Martinez, Julio César

Asesor: Mg. Henry Oswaldo Pinedo Nava.

Dr. Freddi Roland Rodríguez Ordoñez

Área de Investigación: Energía

Línea de investigación: Eficiencia energética

JAÉN-PERÚ, Mayo del 2024

NOMBRE DEL TRABAJO

ANÁLISIS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ENTRE COCINA DE INDUCCIÓN Y GLP EN JAÉN - PERÚ

AUTOR

Guevara Monteza, Daniel Armand Carrasco Martínez, Julio César

RECUENTO DE PALABRAS

14359 Words

RECUENTO DE CARACTERES

78855 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

93 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.4MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 26, 2024 11:43 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 26, 2024 11:44 AM GMT-5

● **7% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)



FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 10 de mayo del 2024, siendo las 09:40 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Jannier Alberto Montenegro Juárez

Secretario: Mg. Oscar Nuñez Mori

Vocal: Mg. Frans Fuentes Maza

Para evaluar la Sustentación del **Informe Final** de:

- Trabajo de Investigación
 Tesis
 Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **Análisis de Eficiencia Energética entre cocina de inducción y GLP en Jaén -Perú**, presentado por los bachilleres *Guevara Monteza, Daniel Armando y Carrasco Martinez, Julio César*, de la Carrera Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén.

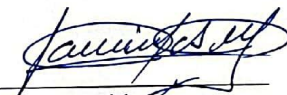
Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

Aprobar Desaprobar **Unanimidad** Mayoría Con la

siguiente mención:

- | | |
|----------------|----------------|
| a) Excelente | 18,19,20() |
| b) Muy bueno | 16, 17 () |
| c) Bueno | 14, 15 (14) |
| d) Regular | 13 () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos () |

Siendo las 10:30 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Presidente



Secretario



Vocal

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	10
1.1.	Antecedentes	11
1.2.	Descripción del problema.	16
1.2.1.	Problema.....	16
1.2.2.	Formulación del problema.....	17
1.3.	Justificación	17
1.3.1.	Justificación Social:	17
1.3.2.	Justificación Ambiental:.....	18
1.3.3.	Justificación Económica:.....	18
1.3.4.	Justificación Tecnológica:.....	19
1.4.	Objetivos.....	19
1.4.1.	Objetivo general.....	19
1.4.2.	Objetivos específicos	19
II.	MATERIALES Y MÉTODOS	20
2.1.	Objeto de estudio	20
2.2.	Ubicación del área de estudio	20
2.3.	Diagrama de flujo de estudio de investigación.	22
2.4.	Tipo de Investigación.....	23
2.5.	Diseño del Estudio	23
2.6.	Técnicas.....	23
2.7.	Población y Muestra.....	24
2.7.1.	Población.....	24
2.7.2.	Muestra.....	24
2.8.	Materiales	25
2.8.1.	Material informático.....	25
2.8.2.	Material para la implementación del sistema de cocina de inducción y GLP.	26
2.9.	Métodos.....	26

2.9.1.	Sistema de medición para evaluar el consumo energético de cada tipo de cocina.....	26
2.9.2.	Consumo de energía eléctrica y GLP durante 10 ensayos para cada masa de agua (1kg, 2kg y 3 kg) hasta alcanzar una temperatura de ebullición.	27
2.9.3.	Análisis estadístico del conjunto de mediciones para obtener resultados precisos.....	28
2.9.4.	Comparación de los resultados obtenidos al hervir masas de agua utilizando energía eléctrica y GLP.	28
2.10.	Procedimientos y cálculos.	29
2.10.1.	Cocina de inducción.....	29
2.10.2.	Cocina de GLP	33
III.	RESULTADOS.....	34
3.1.	Sistema de medición para evaluar el consumo energético de cada tipo de cocina.....	34
3.1.1.	Diagrama del sistema de medición implementado para la cocina de inducción.....	35
3.1.2.	Diagrama del sistema de medición implementado para la cocina de GLP.....	38
3.2.	Consumo de energía eléctrica y GLP durante 10 ensayos para cada masa de agua (1kg, 2kg y 3 kg) hasta alcanzar una temperatura de ebullición.....	41
3.3.	Análisis estadístico del conjunto de mediciones para obtener resultados precisos.	46
3.4.	Comparación de los resultados obtenidos al hervir masas de agua utilizando energía eléctrica y GLP.	50
IV.	DISCUSIÓN.....	53
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
	AGRADECIMIENTO	60
	DEDICATORÍA.....	61
	ANEXOS.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Ubicación geográfica de la ciudad de Jaén – Perú.</i>	21
Figura 2 <i>Diagrama de flujo del estudio de investigación.</i>	22
Figura 3 <i>Diagrama del sistema de medición implementado para la cocina de inducción.</i>	35
Figura 4 <i>Medidores eléctricos monofásicos para los ensayos.</i>	36
Figura 5 <i>Diagrama del sistema de medición implementado para la cocina de inducción.</i>	39
Figura 6 <i>Tiempo promedio por ensayo para cada masa, en ambas cocinas.</i>	45
Figura 7 <i>Comparación de costos para un consumo eléctrico de 0-30 KWh.</i>	51
Figura 8 <i>Comparación de costos para un consumo eléctrico de 31-140 KWh.</i>	52

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Comparación de resultados Arduino-Medidores Concesionaria.....</i>	32
Tabla 2	<i>Especificaciones técnicas de los instrumentos de medición</i>	34
Tabla 3	<i>Consumo de Energía Eléctrica y GLP para Ensayos con Agua de 1 kg</i>	42
Tabla 4	<i>Consumo de Energía Eléctrica y GLP para Ensayos con Agua de 2 kg.</i>	43
Tabla 5	<i>Consumo de Energía Eléctrica y GLP para Ensayos con Agua de 3 kg.</i>	44
Tabla 6	<i>Estadísticos descriptivos asociados con la temperatura de ebullición para la cocina de inducción.</i>	46
Tabla 7	<i>Estadísticos descriptivos asociados con la temperatura de ebullición para la cocina de GLP.</i>	47
Tabla 8	<i>Estadísticos descriptivos asociados al tiempo en llegar al estado de ebullición del agua para la cocina de inducción.</i>	48
Tabla 9	<i>Estadísticos descriptivos asociados al tiempo en llegar al estado de ebullición del agua para la cocina de GLP.</i>	49
Tabla 10	<i>Comparación de resultados.</i>	50

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Medición de temperatura para la los ensayos en la cocina de inducción y GLP.</i>	63
Anexo 2. <i>Códigos de programación.</i>	63
Anexo 3. <i>Certificados de calibración de los medidores digitales STAR.</i>	66
Anexo 4. <i>Recibo de consumo de energía eléctrica.</i>	70
Anexo 5. <i>Temperatura de ebullición del agua para una altitud de 729 m.</i>	71
Anexo 6. <i>Medición de masa de agua para los ensayos de ambos tipos de cocinas.</i>	72
Anexo 7. <i>Consumo eléctrico de ensayos con Arduino</i>	73
Anexo 8. <i>Diagramas eléctricos de los sistemas de medición.</i>	74
Anexo 9. <i>Diagramas de sistemas de medición implementados para cada tecnología de cocción en estudio.</i>	75
Anexo 10. <i>Sistemas de medición implementados para cada tipo de cocina.</i>	77
Anexo 11. <i>Medición de consumo eléctrico por medidores digitales STAR.</i>	78
Anexo 12. <i>Medición de consumo de GLP.</i>	81
Anexo 13. <i>Materiales para implementación del sistema de cocina de inducción y GLP</i>	83
Anexo 14. <i>Panel Fotográfico</i>	94

RESUMEN

Se compara cocinas de inducción y a gas licuado de petróleo (GLP) en términos de eficiencia energética, costos y tiempo. Se realizaron ensayos experimentales para medir el consumo de energía y el tiempo requerido para llevar a ebullición diferentes cantidades de agua. Para determinar el consumo eléctrico se utilizó sistema de medidores digitales certificados por INACAL y sistema de sensores con dispositivos Arduino, revelando que este último muestra error del 2.99% respecto del primero. Considerando la tarifa BT5B residencial en la ciudad de Jaén en el año 2023, que tiene diferentes precios por kWh acorde al nivel total de consumo (i.e. S/. 0.4802 para consumos menores a 30 kWh, y S/. 0.6859 entre 31 kWh y 140 kWh), los resultados indican que la cocina de inducción es más económica respecto a la cocina de GLP en el primer caso con un ahorro de S/. 0.88, y más costosa en el segundo con una diferencia de S/. 0.59. Además, la cocina de inducción demostró ser más eficiente también en el tiempo de cocción, ahorrando 2 horas y 6 minutos en comparación con la cocina de GLP considerando todos los ensayos realizados, es decir, los 10 ensayos para cada masa de agua (1 Kg, 2 kg y 3 Kg). Estos resultados proporcionan puntos de comparación valiosos para la elección entre cocinas de inducción y GLP, considerando factores económicos y de eficiencia.

Palabras Clave: Cocina de Inducción, GLP, Consumo Energético, Eficiencia Temporal, Costos.

ABSTRACT

Induction and liquefied petroleum gas (LPG) cooktops are compared in terms of energy efficiency, costs, and time. Experimental tests were conducted to measure energy consumption and the time required to boil different amounts of water. To determine electricity consumption, a system of meters certified by INACAL and sensor devices with Arduino were used, revealing that the latter shows an error of 2.99% compared to the former. Considering the residential BT5B tariff in the city of Jaén in 2023, which has different prices per kWh according to the total consumption level (i.e., S/. 0.4802 for consumption below 30 kWh, and S/. 0.6859 between 31 kWh and 140 kWh), the results indicate that the induction cooktop is more economical than the LPG cooktop in the first case with a savings of S/. 0.88, and more expensive in the second with a difference of S/. 0.59. Additionally, the induction cooktop proved to be more efficient in cooking time, saving 2 hours and 6 minutes compared to the LPG cooktop considering all the tests conducted, i.e., the 10 tests for each water mass (1 kg, 2 kg and 3 kg). These results provide valuable points of comparison for the choice between induction and LPG cooktops, considering economic and efficiency factors.

Keywords: Induction Cooking, LPG, Energy Consumption, Time Efficiency, Costs.

I. INTRODUCCIÓN

La falta de información integral ha dificultado las decisiones informadas sobre cocinas, por ejemplo entre cocinas de inducción y gas licuado de petróleo (GLP), en esta región del país donde como en todos los lugares la preocupación por los costos energéticos y la sostenibilidad ha generado la necesidad de evaluar rigurosamente el rendimiento de ambas tecnologías, especialmente en contextos particulares como en la ciudad de Jaén - Perú en la que tanto los combustibles fósiles y la energía eléctrica proviene principalmente de otros lugares.

La literatura existente ya ha abordado la eficiencia energética y los costos asociados con cocinas de inducción y GLP. Sin embargo, se han identificado lagunas en estudios que integren mediciones prácticas en lugares específicos que cuentan con específicas temperaturas de ebullición del agua, costos de combustibles fósiles y tarifas eléctricas. Esta carencia de datos prácticos ha representado un desafío significativo para consumidores y planificadores energéticos, en primera instancia de conocer todas las alternativas factibles y disponibles en el mercado sino también al tener que tomar la decisión de seleccionar entre cocinas de inducción y GLP.

La investigación busca abordar esta brecha proporcionando datos prácticos y aplicables para guiar elecciones energéticas, impactando directamente en la economía y la sostenibilidad ambiental en la ciudad de Jaén. Con el objetivo principal de analizar el consumo energético, evaluar costos y comparar la eficiencia temporal entre cocinas de inducción y GLP, este estudio pretende llenar un vacío de información esencial para la toma de decisiones informada en el ámbito doméstico en la ciudad de Jaén, Perú.

1.1. Antecedentes

- En la tesis de Carrasco et al (2016) se enfocó en proponer la utilización de cocinas de inducción eléctrica para el uso doméstico, centrándose en una población vulnerable. El estudio consideró la instalación de medidores convencionales y adicionales de doble medida. Los resultados indicaron una eficiencia económica-técnica del 47% al cambiar las cocinas de Gas Licuado de Petróleo (GLP) por cocinas eléctricas de inducción. Se concluyó que esta transición es factible en lugares con acceso a redes de repartición eléctrica, dependiendo de los contextos de precios del GLP y la electricidad. En la investigación se destaca la manera integral en que el estudio abordó la comparación entre ambas tecnologías de cocción, considerando aspectos económicos y técnicos. Los resultados revelan beneficios significativos en términos de ahorro de energía y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), lo que respalda la viabilidad y sostenibilidad de la adopción de cocinas de inducción. La elección de este antecedente en la investigación se basa en su enfoque detallado sobre los impactos económicos y ambientales de la transición a cocinas de inducción, proporcionando datos concretos sobre ahorro de energía y emisiones de CO₂. Esta referencia contribuye al trabajo al proporcionar evidencia tangible de los beneficios asociados con la adopción de cocinas de inducción en comparación con las cocinas tradicionales de GLP.

- En la tesis de Garay (2021), titulada "Propuesta de implementación de cocinas de inducción para electrificación de la matriz energética peruana", el objetivo principal fue evaluar la incidencia del uso de cocinas de inducción en la electrificación de la matriz energética del Perú. La metodología empleada fue de tipo básico, con un diseño descriptivo longitudinal, recopilando datos en diferentes momentos. La población

estudiada incluyó ciudadanos peruanos que utilizan Gas Licuado de Petróleo (GLP) y biomasa, con una muestra de 273 hogares. Los resultados destacaron que las cocinas de inducción son más accesibles, eficaces, limpias y seguras en el contexto peruano. El uso de cocinas eléctricas con un precio de medida diferenciada permitió a los usuarios lograr un ahorro promedio del 44% en comparación con un balón de GLP de 10 kg. Este antecedente ofrece un análisis nacional exhaustivo de los diversos métodos de cocción, resaltando la eficiencia y economía asociadas con las cocinas de inducción. En la investigación, encontramos significativa la contribución de este estudio al proporcionar una evaluación detallada de los beneficios de las cocinas de inducción en el contexto específico del Perú. La elección de esta referencia en la investigación se justifica por su enfoque integral, considerando no solo la eficiencia energética, sino también la accesibilidad económica y la seguridad, aspectos cruciales para la adopción generalizada de nuevas tecnologías de cocina.

- Ulloa y Cruz (2018), en su artículo "Aplicación de métodos numéricos para la obtención de modelos eficientes de consumo energético en cocinas de inducción y cocinas a gas (GLP)", abordan el creciente uso de cocinas de inducción en comparación con aquellas alimentadas por gas licuado de petróleo (GLP). Se enfocan en las ventajas, como la reducción de costos, menor consumo de energía y la seguridad inherente a evitar accidentes y quemaduras asociadas con el uso de GLP. La investigación se basa en la aplicación experimental, utilizando dos tipos de cocinas como punto de partida y empleando la medición periódica de instrumentos de precisión. Utilizan métodos numéricos y el software libre "Scilab" para determinar los modelos de consumo energético. La curva de regresión se utiliza para analizar propiedades específicas que afectan la combustión e inducción en ambas cocinas. Los resultados indican que la cocina de inducción muestra una reducción significativa en el consumo de energía, lo que se

traduce en ahorros económicos en comparación con las cocinas a gas. Este antecedente fue seleccionado debido a su enfoque en la aplicación de métodos numéricos para comparar y analizar el consumo de energía entre ambas tecnologías de cocción. Desde nuestra perspectiva, este estudio destaca por su enfoque cuantitativo y la utilización de herramientas numéricas para evaluar la eficiencia energética. La elección de este antecedente en la investigación se justifica por su contribución al proporcionar una metodología detallada y cuantificable para la comparación de tecnologías de cocción, lo que puede ser valioso al considerar la eficiencia en términos económicos y ambientales.

- Naula-Sigua et al (2017), en su artículo científico "Modelo para toma de decisiones, caso cambio de cocina de GLP a inducción en Ecuador", se propusieron seleccionar la mejor opción de cocina considerando diversos criterios como beneficio social, costo económico, impacto ambiental, seguridad y aspectos del uso diario. La investigación, de tipo experimental, buscó proporcionar un modelo integral para la toma de decisiones en el cambio de cocinas de GLP a inducción.

Los resultados obtenidos indicaron que la cocina de inducción se destacaba como la mejor alternativa al permitir ajustar los pesos de varios criterios según las necesidades de los consumidores y las condiciones específicas del país. Este antecedente se incluirá en el presente proyecto debido a su enfoque holístico en la evaluación de ambas tecnologías, considerando aspectos sociales, económicos y ambientales.

Desde nuestra perspectiva, la elección de este estudio en la investigación se justifica por su enfoque comprensivo y su capacidad para adaptarse a diferentes contextos, lo que puede ser esencial para evaluar la idoneidad de la transición de cocinas de GLP a inducción en diversos entornos domésticos. La contribución de este antecedente radica en proporcionar un marco sólido para la toma de decisiones informada, considerando

múltiples factores clave que van más allá de la eficiencia energética, abordando aspectos sociales y económicos de manera integral.

- Albuja y Juna (2017), en su investigación "Propuesta para optimizar la reconversión de cocinas a gas a cocinas de inducción considerando el cambio de matriz energética, Cantón Quito, estudio del caso barrio La Luz período 2012 – 2016", se propusieron determinar una propuesta de optimización para la transición de cocinas a gas a cocinas de inducción en el contexto específico del barrio La Luz en el Cantón Quito, durante el período 2012-2016. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo mediante encuestas a los pobladores y cualitativo para analizar los resultados de dichas encuestas. Los resultados revelaron que la mayoría de los ciudadanos encuestados estaban indecisos frente al nuevo programa y se oponían al cambio de las cocinas a gas por las de inducción. Este antecedente se incluirá en el presente proyecto para brindar criterios de evaluación locales, permitiendo que la ciudadanía tome decisiones informadas y convenientes tanto desde una perspectiva económica como ambiental. Desde nuestra perspectiva, la elección de este estudio en la investigación se basa en la necesidad de comprender los factores específicos que influyen en la aceptación o rechazo de la transición a cocinas de inducción en comunidades locales. La contribución de este antecedente radica en proporcionar información valiosa sobre la resistencia y las percepciones de la población frente a cambios en la tecnología de cocción, lo cual es esencial para diseñar estrategias efectivas de implementación.

- Plaza y Escobar (2015), en su tesis "Análisis de eficiencia energética en la implementación de cocinas de inducción en el sistema eléctrico ecuatoriano", se propusieron observar las ventajas y desventajas de las cocinas de inducción en el contexto del sistema eléctrico ecuatoriano. La metodología adoptada fue de enfoque cuantitativo, con el objetivo de analizar los beneficios económicos de la implementación de cocinas de

inducción para los usuarios y la economía de Ecuador. La conclusión principal de la investigación destacó que la implementación de cocinas de inducción podría generar beneficios económicos para los usuarios y para Ecuador en general. Se realizaron análisis específicos de la eficiencia al preparar 20 platos típicos ecuatorianos, considerando diferentes niveles de potencia y la frecuencia de uso. La ventaja señalada fue la seguridad al evitar riesgos de fugas de gas y explosiones, así como la ausencia de fuego directo en el quemador de la cocina. Sin embargo, se identificaron desventajas, como la falta de conocimiento sobre la instalación y la limitación en la preparación de alimentos durante cortes de energía. Este antecedente se incorpora al presente proyecto debido a su enfoque en la eficiencia de las cocinas de inducción y la evaluación de beneficios económicos y riesgos asociados. La elección se basa en la similitud del tema de estudio, aunque con diferencias en el enfoque de la preparación de alimentos. La contribución de este estudio radica en proporcionar información relevante sobre la viabilidad y las consideraciones prácticas de la implementación de cocinas de inducción en el contexto ecuatoriano.

- Yong (2019) en su tesis "Impacto de Sustitución de cocinas GLP por cocinas de inducción en importaciones de GLP, 2014-2018", abordó la problemática de la necesidad de sustituir las cocinas de gas licuado de petróleo (GLP) por cocinas de inducción en Ecuador. El gobierno, al considerar que el GLP estaba subsidiado, implementó un plan en 2014 para fomentar el uso de cocinas de inducción como alternativa a las estufas tradicionales de GLP. La investigación se centró en analizar el impacto de este proyecto de sustitución durante el período 2014-2018 en las importaciones de GLP. La pregunta clave fue: ¿Cuál es el impacto del proyecto de sustitución de estufas de GLP por estufas de inducción en la importación de gas licuado de petróleo? Los resultados obtenidos indicaron que la sustitución de las cocinas de GLP por cocinas de inducción tuvo el impacto esperado en el país. La tesis proporciona información valiosa sobre la efectividad

de las políticas gubernamentales para promover tecnologías más eficientes y sostenibles en el ámbito doméstico. Este antecedente se eligió para el proyecto actual debido a su enfoque en el impacto de las políticas de sustitución de cocinas en las importaciones de GLP. La contribución de esta investigación radica en brindar información sobre el éxito y las implicaciones de la transición de cocinas de GLP a cocinas de inducción en el contexto ecuatoriano, siendo relevante para la toma de decisiones en políticas energéticas y medioambientales.

1.2. Descripción del problema.

1.2.1. Problema

En el contexto peruano, el 74% de los hogares utiliza gas licuado de petróleo (GLP) como principal fuente para la cocción, seguido por leña (11%) y gas natural (10%), según datos de la Encuesta Residencial de Consumo y Usos de Energía, además hace mención que para la región de Cajamarca el 57.5% tiene conocimiento y el 42.5% desconoce los cuidados que se debe tener al utilizar el balón de GLP en el hogar (Osinermin, 2021). Esta dependencia de los combustibles fósiles plantea preocupaciones ambientales, de seguridad y de sostenibilidad energética. Aunque el 70% del GLP consumido se produce localmente, el 30% se importa, y las reservas actuales se sitúan en aproximadamente $1,162 \times 10^6$ barriles, según La Presidencia De Consejo De Ministros PCM (El Peruano, 2022), indicando una significativa necesidad de gestionar y garantizar el suministro de este recurso.

La problemática se agrava por las emisiones contaminantes asociadas al transporte terrestre interprovincial y local de GLP desde distribuidores hasta los hogares, contribuyendo a la contaminación atmosférica (MINEM, 2023) entre otros problemas que podrían citarse como seguridad vial, producción de vehículos y sus

consumibles, etc. Frente a esta situación, surge la necesidad de explorar alternativas más sostenibles, como la adopción de tecnologías eléctricas para la cocción, respaldadas por fuentes renovables. Sin embargo, la falta de conciencia sobre estas opciones y la incertidumbre sobre sus beneficios económicos, seguridad y facilidad de uso constituyen barreras significativas para su adopción generalizada.

En este escenario, el presente informe de investigación se propone abordar estas cuestiones, evaluando la eficiencia económica y medioambiental de la cocción eléctrica en comparación con el uso tradicional de GLP. Además, se busca proporcionar información clave que sensibilice a la sociedad sobre alternativas más sostenibles, promoviendo la adopción de tecnologías que no solo sean beneficiosas para el medio ambiente, sino también para la economía doméstica y la seguridad cotidiana.

1.2.2. Formulación del problema

La interrogante que se deriva de lo planteado es la siguiente:

¿Cuál es la diferencia en términos de consumo de energía y costos entre las cocinas de inducción eléctrica y aquellas que utilizan gas licuado de petróleo (GLP)?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación Social:

En la contemporaneidad, la sociedad peruana enfrenta una carencia significativa de información acerca de las novedosas tecnologías para la cocción de alimentos. Es esencial diseminar los beneficios inherentes a las cocinas por inducción en contraste con las convencionales de GLP. El propósito fundamental radica en capacitar a los individuos para que tomen decisiones informadas y seleccionen la tecnología que mejor se ajuste a sus necesidades. Aunque el presente estudio se enfoca en la

comparación de un solo tipo de cocina, debido a restricciones económicas, se proyecta como el fundamento para investigaciones más avanzadas con mayores recursos, tanto económicos como humanos, que generen conclusiones más robustas.

1.3.2. Justificación Ambiental:

Este proyecto investigativo busca una alternativa para la cocción de alimentos más limpia y eficiente desde el punto de vista ambiental, minimizando las emisiones de CO₂ al entorno. Se examinarán tecnologías que ofrezcan mejoras en los ámbitos ambientales, económicos, accesibilidad, seguridad y confiabilidad. Además, se abordará la problemática del transporte de GLP al interior del país, especialmente en nuestra ciudad, Jaén, donde se realiza mediante camiones diésel, contribuyendo a la contaminación y generando dependencia de un combustible no producido localmente. Esta investigación tiene como propósito ofrecer soluciones que fomenten la sostenibilidad ambiental y económica en el país.

1.3.3. Justificación Económica:

La investigación proporcionará resultados concretos sobre la eficiencia energética y la viabilidad económica de dos fuentes de energía (eléctrica y GLP) fundamentales en la preparación diaria de alimentos para el consumo. La comparación entre estas tecnologías tiene como objetivo brindar información valiosa a la sociedad para tomar decisiones financieras más fundamentadas con respecto a las opciones de cocción disponibles en el mercado.

1.3.4. Justificación Tecnológica:

Esta investigación también aborda aspectos tecnológicos al evaluar y comparar dos sistemas de cocción de alimentos (cocina de inducción y de GLP). Al resaltar las características tecnológicas de cada sistema, se pretende proporcionar información clave sobre su funcionamiento, seguridad y confiabilidad, contribuyendo al conocimiento general sobre estas tecnologías en el ámbito doméstico.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Realizar la comparación de la eficiencia energética entre la cocina de inducción y la cocina de GLP.

1.4.2. Objetivos específicos

- Implementar un sistema de medición para evaluar el consumo energético de cada tipo de cocina.
- Realizar mediciones repetidas del consumo de energía eléctrica y GLP durante 10 ensayos para cada masa de agua (1kg, 2kg y 3 kg) hasta alcanzar una temperatura de ebullición.
- Analizar estadísticamente cada conjunto de mediciones.
- Analizar los resultados obtenidos al hervir masas de agua utilizando energía eléctrica y GLP.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Objeto de estudio

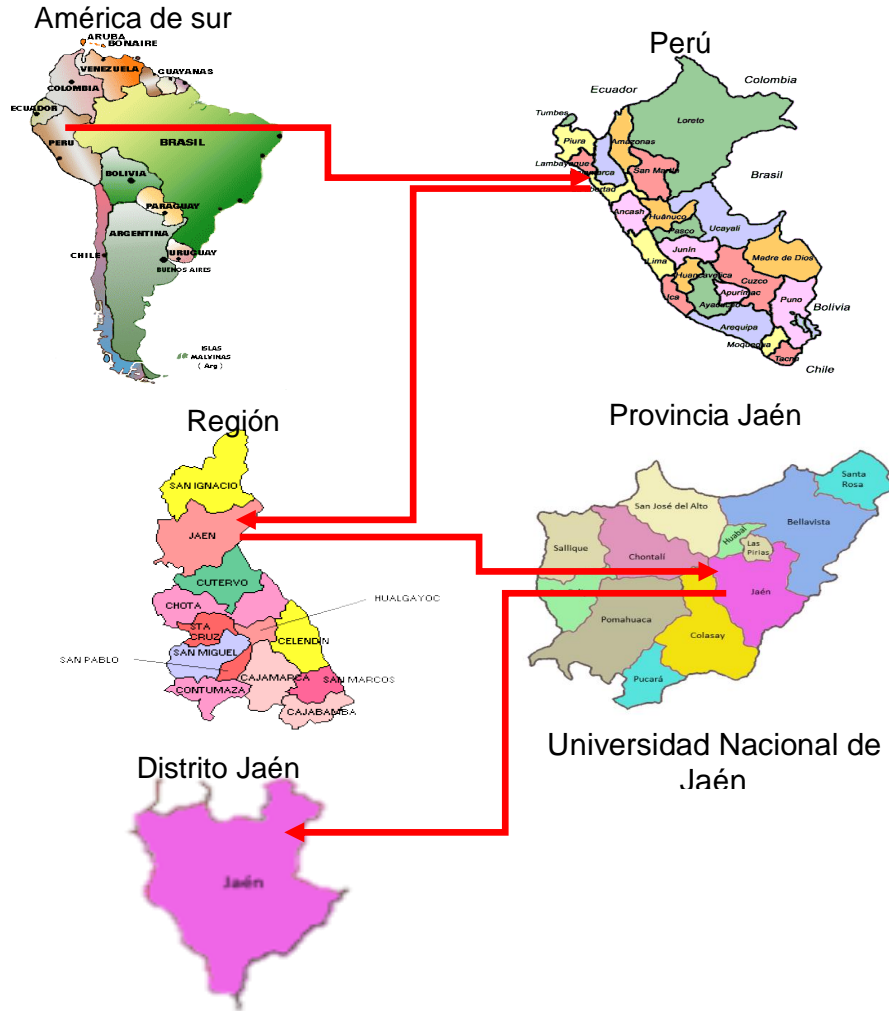
Este estudio se enfocó en evaluar de manera exhaustiva el impacto de la actividad de cocinas de inducción y gas licuado de petróleo (GLP) en la ciudad de Jaén, Perú. Se abordaron aspectos relacionados con el consumo energético, eficiencia temporal y costos asociados, proporcionando una visión integral de la situación energética en el ámbito doméstico.

2.2. Ubicación del área de estudio

El desarrollo del proyecto tuvo lugar en Jaén, Cajamarca, Perú. Esta ciudad se encuentra a una altitud de 729 m y abarca una extensión de 5,232.57 km², lo que representa el 15.7% de la superficie total de la región de Cajamarca. Debido a su configuración geográfica, la provincia experimenta una variabilidad de microclimas, y la temperatura oscila entre 8.5°C y 36°C. Se observan temperaturas medias y altas durante los meses de octubre a diciembre.

Figura 1

Ubicación geográfica de la ciudad de Jaén – Perú.



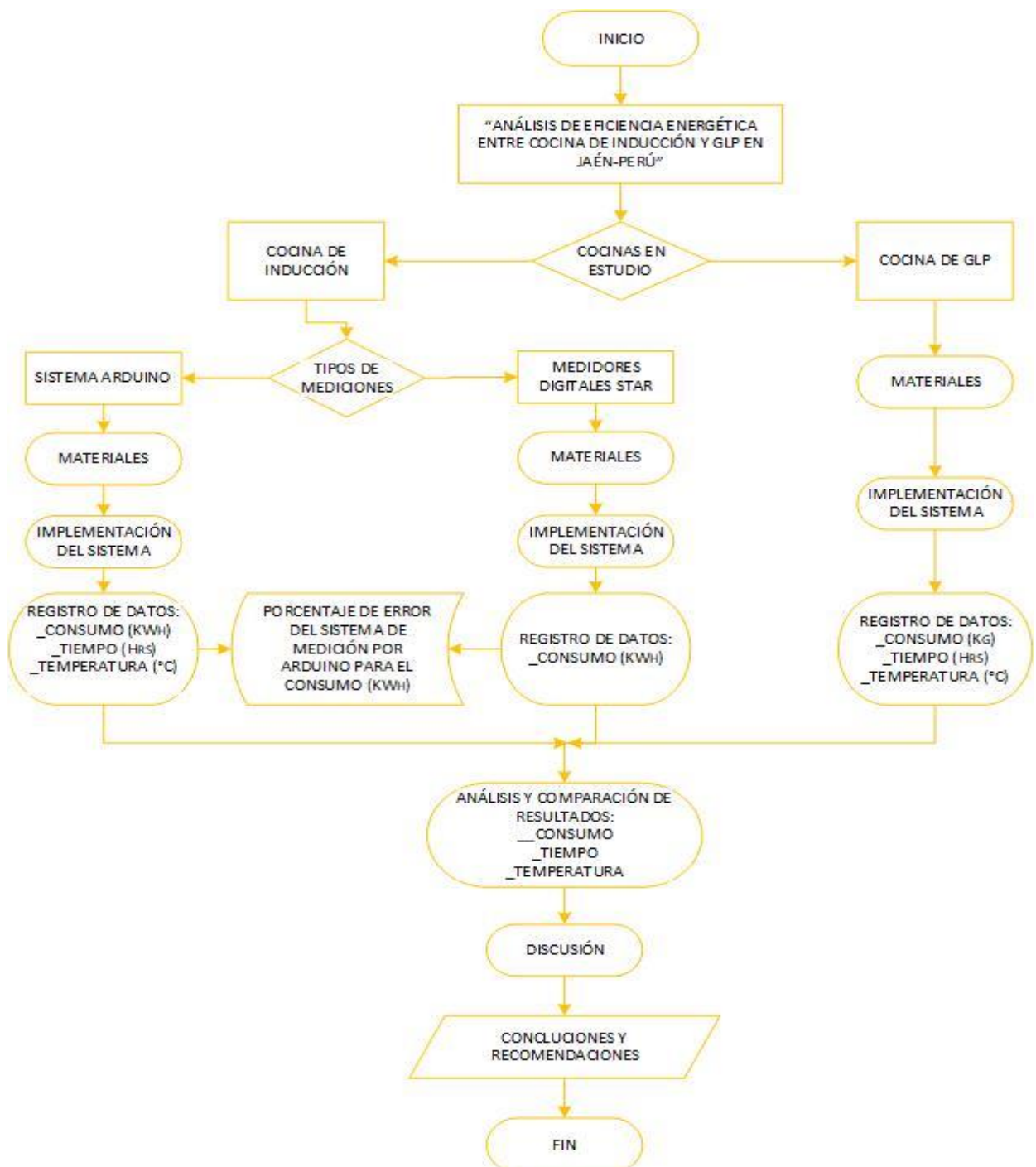
Nota. Fuente: Mapa geográfico del lugar del proyecto. Adaptado a partir de Google

2.3. Diagrama de flujo del estudio de investigación.

En la siguiente Figura 2 se detalla el flujo de estudio para poder dar respuesta nuestros objetivos planteados.

Figura 2

Diagrama de flujo del estudio de investigación.



2.4. Tipo de Investigación

El presente estudio se clasifica como una investigación cuantitativa con un enfoque experimental. La investigación cuantitativa se emplea para medir y analizar datos numéricos con el propósito de identificar patrones, establecer relaciones causales y generalizar resultados a una población más extensa. En este contexto, se recopilieron datos cuantitativos, como el consumo de energía eléctrica y gas, para llevar a cabo comparaciones numéricas entre las cocinas de inducción y las de GLP.

El diseño experimental utilizado implica la manipulación de una variable independiente (tipo de cocina) para observar y medir sus efectos en una o más variables dependientes (consumo de energía, temperatura del agua, tiempo de cocción). En este proyecto, se llevó a cabo un experimento controlado en el que se compararon directamente los resultados entre las cocinas de inducción electromagnética y las de GLP en condiciones similares.

2.5. Diseño del Estudio

Se optó por un diseño observacional que permitió la comparación directa entre los consumos energéticos y la eficiencia temporal de las cocinas de inducción y GLP en condiciones de uso habituales. Este enfoque fue seleccionado para obtener datos pragmáticos y aplicables a escenarios cotidianos.

2.6. Técnicas

Con el fin de alcanzar los objetivos establecidos, se llevó a cabo una exhaustiva revisión de diversas fuentes de información. Posteriormente, se procedió a la cuidadosa selección de los materiales necesarios, se adquirieron dichos materiales y se procedió a la implementación de los sistemas de adquisición de mediciones correspondientes a las cocinas de inducción y GLP. Finalmente, se ejecutó un análisis detallado de los datos

recopilados, centrándose en el consumo energético (y respectivo costo), el tiempo de cocción y la temperatura del agua. Este enfoque metodológico aseguró un abordaje coherente y riguroso a lo largo de todas las etapas del estudio, desde la investigación inicial hasta la evaluación de resultados.

2.7. Población y Muestra.

2.7.1. Población

La población objeto de estudio incluyó diversos tipos de combustibles utilizados para la cocción de alimentos, como son:

- Carbón
- Leña
- Electricidad (cocina de inducción electromagnética)
- Electricidad (cocina de radiación infrarroja)
- Electricidad (cocina de resistencias)
- Gas licuado de petróleo (GLP)
- Gas natural (GN)
- Otros

2.7.2. Muestra

La muestra seleccionada para este estudio se centró específicamente en los siguientes tipos de combustibles:

- Electricidad (Cocina de inducción electromagnética): por ser una tecnología que actualmente es cada vez más asequible de adquirir.
- Gas licuado de petróleo (GLP): por ser el tipo de cocina más común en el país según reportes oficiales.

2.8. Materiales

2.8.1. Material informático

Libre Office

Se utilizó este programa para el procesamiento de la toma de datos, gráficos y las tablas adjuntadas el presente proyecto de investigación.(The Document Foundation, 2024)

Autocad

Este software se empleó por su diversidad de funcionalidad en el área de diseño, por lo cual elaboramos los diagramas pictográficos y eléctricos.(Walker, 2024)

Arduino

Se utilizó por ser un software de automatización programable que nos sirvió para la toma de datos de los parámetros: temperatura, tiempo y consumo de energía eléctrica.(Banzi et al., 2024)

R

Se utilizó para el análisis estadísticos de los datos obtenidos en los ensayos.(Ihaka and Gentleman, 2024)

Boiling

Es un aplicativo que se dio uso para determinar la temperatura de ebullición del agua con respecto a la altitud del lugar.(SpeedyMarks, 2021)

2.8.2. Material para la implementación del sistema de cocina de inducción y GLP.

Este material se seleccionó con la finalidad de dar respuesta a nuestros objetivos planteados. Se adjunto en la sección de los anexos (Ver Anexo 10), debidamente detallado con sus especificaciones técnicas.

2.9. Métodos

En la investigación, se emplearon diversos métodos fundamentales, como el análisis, la síntesis, el deductivo, el inductivo, el descriptivo, el estadístico, entre otros. Estos métodos desempeñaron un papel crucial al justificar minuciosamente cada una de las actividades llevadas a cabo en la ejecución del proyecto. Desde la fase de preparación hasta la documentación, análisis y presentación de resultados de cada uno de los objetivos específicos, estos enfoques metodológicos proporcionaron una estructura sólida y coherente para la investigación.

El estudio registro datos de consumo y eficiencia durante un periodo definido. Se siguieron protocolos establecidos para garantizar la consistencia en la recopilación de datos.

2.9.1. Sistema de medición para evaluar el consumo energético de cada tipo de cocina.

Se implementó un sistema de medición preciso para evaluar el consumo energético de las cocinas de inducción y GLP. Tomando como referencia la ebullición del agua que en la ciudad de Jaén por encontrarse aun altitud de 729 m es aproximadamente los 97 °C (Ver Anexo 6).

Para la cocina de inducción, se utilizó medidores digitales certificados por INACAL (Ver Anexo 4) y un sistema Arduino. Los medidores digitales proporcionaron mediciones de consumo eléctrico en kilovatios-hora (kWh) lo cual estaba conformado por un medidor general y un medidor para los 10 ensayos de cada masa

de agua, mientras que el sistema Arduino permitió una monitorización más detallada de las fluctuaciones eléctricas, tiempo y temperatura durante la realización de los ensayos. La combinación de ambos sistemas aseguró una evaluación exhaustiva del consumo energético, el cual se muestra en el Anexo 9.1.

Para la cocina de GLP, se empleó una balanza digital para medir la masa del cilindro de gas antes y después de cada conjunto de 10 ensayos para cada masa de agua, tal como se muestra en el Anexo 9.2. La diferencia en el peso del cilindro proporcionó una medida precisa del consumo de gas en cada prueba. Mientras que el sistema Arduino permitió una monitorización detallada del tiempo y temperatura durante el proceso de cocción.

2.9.2. Consumo de energía eléctrica y GLP durante 10 ensayos para cada masa de agua (1kg, 2kg y 3 kg) hasta alcanzar una temperatura de ebullición.

Cada ensayo se llevó a cabo con una masa de agua predeterminada (1kg, 2kg y 3kg) en ambos tipos de cocinas. Se registraron los datos de consumo eléctrico (Anexo 10.1) y de GLP (Anexo 10.2) durante el proceso de calentamiento hasta que el agua alcanzó la temperatura de ebullición, representando un punto de referencia común para evaluar la eficiencia de cada cocina.

Los ensayos se realizaron bajo condiciones controladas para garantizar la consistencia de los resultados, incluyendo la temperatura ambiente y la calidad del agua. Se repitieron los ensayos para cada masa de agua, asegurando la confiabilidad de los datos recopilados.

2.9.3. Análisis estadístico del conjunto de mediciones para obtener resultados precisos.

Se ejecutó un análisis estadístico exhaustivo de las mediciones relacionadas con temperatura, tiempo y consumo energético. En referencia a temperatura y tiempo, se calcularon promedios y desviaciones estándar para evaluar la consistencia y fiabilidad de los datos. En cuanto al consumo de energía, se consideró el total de los 10 ensayos realizados para la ebullición de cada masa de agua.

Adicionalmente, se llevaron a cabo pruebas de significancia estadística con el fin de identificar posibles diferencias significativas entre el tiempo, la temperatura y los consumos de energía eléctrica y GLP en cada tipo de cocina y para cada masa de agua. Estas pruebas estadísticas proporcionaron una base científica sólida, reforzando la validez y relevancia de los resultados obtenidos en la investigación.

2.9.4. Comparación de los resultados obtenidos al hervir masas de agua utilizando energía eléctrica y GLP.

Los resultados de los ensayos fueron minuciosamente comparados para evaluar las variaciones de tiempo, temperatura y en el consumo de energía eléctrica y GLP entre ambas cocinas. Se calcularon las eficiencias energéticas para cada masa de agua y tipo de cocina, facilitando una comparación directa de su rendimiento.

La presentación de los hallazgos se realizó a través de gráficos y tablas comparativas que resumían los aspectos más destacados del estudio. Además, se llevaron a cabo análisis cualitativos para interpretar los resultados en términos prácticos y proporcionar perspectivas significativas sobre la eficiencia de cada tipo de cocina en condiciones de uso real. Este enfoque amplio permitió una evaluación integral de los resultados obtenidos.

2.10. Procedimientos y cálculos.

2.10.1. Cocina de inducción

Los ensayos se realizaron a máxima potencia de la cocina de inducción. Según especificaciones técnicas es 2000 W.

Comparamos los resultados entre la medición por sistema Arduino y por los medidores de la concesionaria:

2.10.1.1. Medición por Arduino

_Los datos obtenidos para 1 kg de agua por ensayo, para un total de 10 ensayos hace un total de 1.323 KWh de consumo. Mientras que para una masa de agua de 2 kg luego de los 10 ensayos consume un total de 2.454 KWh de consumo y para la masa de agua de 3 kg consume un total de 3.593 KWh después de los 10 ensayos realizados. (Ver Anexo 7)

- El consumo total de los 10 ensayos por cada kg de agua estaría dado por la suma de los ensayos de cada kg.

$$\begin{aligned} \text{Consumo total por} &= (1.323 + 2.454 + 3.593) \text{ KWh} \\ \text{medición Arduino} &= 7.37 \text{ KWh} \end{aligned}$$

2.10.1.2. Medidores de consumo eléctrico de la concesionaria

_El consumo total para 1 kg de agua por ensayo, para un total de 10 ensayos se detallan en el Anexo 11.1. Resultando un total de 1.3 KWh + 10 imp de consumo.

Para determinar el consumo total de los ensayos de 1 kg aplicamos la regla de tres simple directa para convertir los imp a KWh. Entonces:

$$1600 \text{ imp} \rightarrow 1 \text{ KWh}$$

$$10 \text{ imp} \rightarrow ?$$

$$=0.00625 \text{ KWh}$$

Por lo tanto:

$$\begin{aligned}\text{Consumo total} &= (1.3 + 0.00625) \text{ KWh} \\ &= \mathbf{1.30625 \text{ KWh}}\end{aligned}$$

_El consumo total para 2 kg de agua por ensayo, para un total de 10 ensayos se detallan en el Anexo 11.2. Resultando un total de 1.3 KWh + 68 imp de consumo.

Para determinar el consumo total de los ensayos de 2 kg aplicamos la regla de tres simple directa para convertir los imp a KWh. Entonces:

$$\begin{aligned}1600 \text{ imp} &\rightarrow 1 \text{ KWh} \\ 68 \text{ imp} &\rightarrow ? \\ &= 0.0425 \text{ KWh}\end{aligned}$$

Por lo tanto:

$$\begin{aligned}\text{Consumo total} &= (2.3 + 0.0425) \text{ KWh} \\ &= \mathbf{2.3425 \text{ KWh}}\end{aligned}$$

_El consumo total para 3 kg de agua por ensayo, para un total de 10 ensayos se detallan en el Anexo 11.3. Resultando un total de 3.5 KWh + 12 imp de consumo.

Para determinar el consumo total de los ensayos de 3 kg aplicamos la regla de tres simple directa para convertir los “imp” a KWh. Entonces:

$$\begin{aligned}1600 \text{ imp} &\rightarrow 1 \text{ KWh} \\ 12 \text{ imp} &\rightarrow ? \\ &= 0.0075 \text{ KWh}\end{aligned}$$

Por lo tanto:

$$\begin{aligned}\text{Consumo total} &= (3.5 + 0.0075) \text{ KWh} \\ &= \mathbf{3.5075 \text{ KWh}}\end{aligned}$$

_El consumo total de los 10 ensayos por cada kg de agua estaría dado por la suma de los ensayos de cada kg.

$$\begin{aligned} \text{Consumo total por} &= (1.30625 + 2.3425 + 3.5075) \text{ KWh} \\ \text{medidores de concesionaria} &= \mathbf{7.15625 \text{ KWh}} \end{aligned}$$

_Determinamos el consumo eléctrico del medidor general, en el Anexo 11.3 nos indica que el consumo total fue de 7.1 KWh más 76 imp.

Convertimos los “imp” a KWh:

$$\begin{aligned} 1600 \text{ imp} &\rightarrow 1 \text{ KWh} \\ 76 \text{ imp} &\rightarrow ? \\ &= 0.0475 \text{ KWh} \end{aligned}$$

Entonces, el consumo total sería:

$$\begin{aligned} \text{Medidor general} &= (7.1 + 0.0475) \text{ KWh} \\ &= \mathbf{7.1475 \text{ KWh}} \end{aligned}$$

2.10.1.3. Calculamos el costo general al realizar todos los ensayos para los diferentes precios de KWh con tarifa BT5B residencial.

_De 0 a 30 KWh. Con un precio por KWh de S/. 0.4802 (Ver Anexo 5).

$$\begin{aligned} 1 \text{ KWh} &\rightarrow \text{S/. } 0.4802 \\ 7.1475 \text{ KWh} &\rightarrow ? \\ \text{Costo total} &= \text{S/. } 3.43 \end{aligned}$$

_De 30 a 100 KWh. Con un precio por KWh de S/. 0.6859 (Ver Anexo 5).

$$\begin{aligned} 1 \text{ KWh} &\rightarrow \text{S/. } 0.6859 \\ 7.1475 \text{ KWh} &\rightarrow ? \\ \text{Costo total} &= \text{S/. } 4.90 \end{aligned}$$

Comparación entre los dos tipos de medición:

En la Tabla 1 se detalla la comparación de los dos sistemas de mediciones de consumo eléctrico.

Tabla 1

Comparación de resultados Arduino-Medidores Concesionaria.

Comparación de resultados entre los sistemas de medición para la cocina de inducción		
	Sistema Arduino	Medidores de concesionaria
Para 1 kg	1.323 KWh	1.30625 KWh
Para 2 kg	2.454 KWh	2.3425 KWh
Para 3 kg	3.593 KWh	3.5075 KWh
TOTAL	7.37 KWh	7.15625 KWh

_Determinamos el porcentaje de error entre ambas mediciones tomando como valor real las mediciones de los equipos de la concesionaria por estar con certificación del INACAL.

$$|\%E| = |(V_r - V_a) / V_r| \times 100$$

➤ Donde:

V_r: Valor real

V_a: Valor aproximado

➤ Entonces:

$$|\%E| = |(7.15625 - 7.37) / 7.15625| \times 100$$

$$|\%E| = 2.99 \%$$

2.10.2. Cocina de GLP

Los ensayos de la cocina de GLP se realizaron con el flujo máximo de combustible en la hornilla con mayor diámetro.

_Para el inicio de los ensayos el balón de GLP contaba con un peso de 16.060 Kg (Ver Anexo 12.1).

_El peso total al finalizar los ensayos de 1 kg de agua es 15.845 kg (Ver Anexo 12.2), entonces para la masa consumida de GLP para estos ensayos sería:

$$16.060 \text{ Kg} - 15.845 \text{ Kg} = \mathbf{0.215 \text{ Kg}}$$

_El peso total al finalizar los ensayos de 2 kg de agua es 15.495 kg (Ver Anexo 12.3), entonces para la masa consumida de GLP para estos ensayos sería:

$$15.845 \text{ kg} - 15.495 \text{ kg} = \mathbf{0.350 \text{ kg}}$$

_El peso total al finalizar los ensayos de 3 kg de agua es 15.035 kg (Ver Anexo 12.4), entonces para la masa consumida de GLP para estos ensayos sería:

$$15.495 \text{ kg} - 15.035 \text{ kg} = \mathbf{0.460 \text{ kg}}$$

_Ahora determinamos el consumo total de todos los ensayos para la cocina de GLP:

$$\mathbf{0.215 \text{ kg} + 0.350 \text{ kg} + 0.460 \text{ kg} = 1.025 \text{ kg}}$$

_Hallamos el costo total de lo consumido en GLP, considerando un precio de S/. 42.00 el balón de 10 kg de GLP (Ver Figura 5).

$$10 \text{ kg} \quad \rightarrow \quad \text{S/. } 42.00$$

$$1.025 \text{ kg} \quad \rightarrow \quad ?$$

$$\text{Costo total} = \mathbf{\text{S/. } 4.31}$$

III. RESULTADOS

3.1. Sistema de medición para evaluar el consumo energético de cada tipo de cocina.

Los instrumentos empleados en las mediciones del estudio se caracterizaron por su precisión, expresada como un porcentaje que indicaba el máximo error esperado con respecto al valor real. Además, presentaron un amplio rango de medición que abarcó desde el valor mínimo hasta el máximo que pudieron detectar. La resolución del instrumento se refiere a la mínima variación que pudieron distinguir, proporcionando detalles sobre su capacidad para discernir pequeños cambios en las mediciones. Estas especificaciones fueron fundamentales para evaluar la confiabilidad y la eficacia del instrumento en la obtención de mediciones precisas en el contexto específico de la investigación, el cual se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2

Especificaciones técnicas de los instrumentos de medición

Instrumento	Exactitud (%)	Rango de medición	Resolución
Medidor eléctrico STAR	± 1 kWh	0 – 60 A	0.1 A
Sistema de medición por Arduino	± 2.99 kWh	0-30 A	
Sensor de temperatura	$\pm 0.3^{\circ}\text{C}$	-55°C - 125°C	
Balanza digital	± 0.01 g	0 – 40 kg	5 g

La Tabla 2 muestra las características de los instrumentos utilizados en las mediciones del estudio y son las siguientes: El medidor eléctrico STAR exhibe una exactitud de ± 1 kWh, indicando que el error máximo esperado en las mediciones es de 1 kWh con respecto al valor real. El sistema de medición por Arduino presenta un error máximo de ± 2.99 kWh y al carecer de resolución, no puede distinguir variaciones menores en la

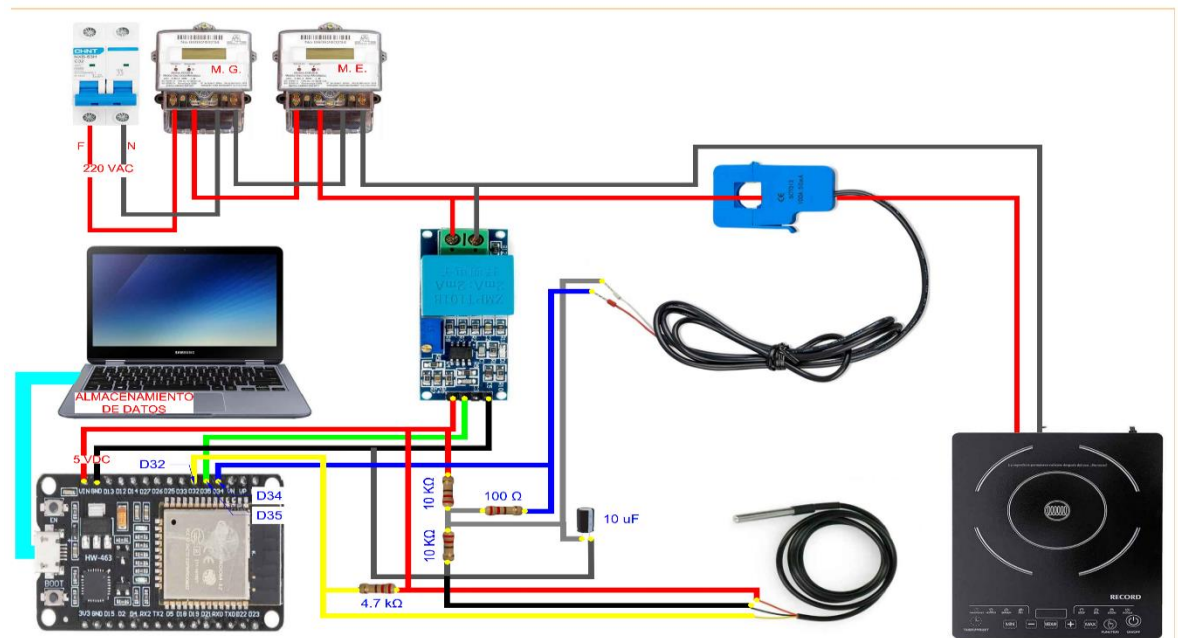
corriente. Por su parte, el sensor de temperatura muestra un error de 0.3°C y cuenta con un amplio rango de medición. En cuanto a la balanza digital, ofrece medidas altamente precisas de masa con una exactitud de ± 0.01 g, pero su resolución se limita a 5 g.

3.1.1. Diagrama del sistema de medición implementado para la cocina de inducción

En este diagrama se representa el sistema de medición diseñado y aplicado específicamente para la cocina de inducción. Se detallan los componentes clave, como el medidor eléctrico STAR, el sistema de medición por Arduino, el sensor de temperatura, ollas ferromagnéticas y la balanza digital. Cada elemento cumple un papel fundamental en la obtención precisa de datos relacionados con el tiempo, la temperatura y el consumo eléctrico durante los ensayos, tal como se muestra en la Figura 3.

Figura 3

Diagrama del sistema de medición implementado para la cocina de inducción.



En la Figura 3, se observa la interconexión de los distintos elementos que componen la infraestructura destinada a recopilar datos durante los ensayos con la cocina de inducción. El medidor eléctrico STAR, el sistema de medición por Arduino, el sensor de temperatura y la balanza digital forman una red coordinada para registrar con precisión el tiempo, la temperatura y el consumo eléctrico. La disposición detallada de estos componentes subraya la meticulosidad con la que se llevó a cabo la medición para garantizar resultados fiables y comparables.

➤ **Medidores digitales STAR.**

La medición del consumo eléctrico se llevó a cabo con medidores certificados por INACAL, incluyendo un medidor general y uno específico para cada uno de los 10 ensayos realizados con 1kg, 2kg y 3g de agua, según se muestra en la Figura 4. Este enfoque aseguró la precisión y confiabilidad de las mediciones al emplear instrumentos certificados por la entidad reguladora INACAL, garantizando la calidad y exactitud de los datos recopilados durante el estudio.

Figura 4

Medidores eléctricos monofásicos para los ensayos.



- ✓ Medidor general: su finalidad fue determinar el consumo de energía eléctrica para todos los ensayos realizados, con serie de fabricación No. 608762673 y certificado por INACAL (Ver anexo 3).
- ✓ Se utilizó tres medidores durante los ensayos, uno para cada masa de agua de 1 kg, 2 kg y 3 kg, con el propósito de comparar posibles variaciones en el consumo en relación con la carga proporcionada para cada caso en los distintos tipos de cocinas objeto de estudio.
- ✓ Para medir el consumo en los 10 ensayos con 1 kg de agua por ensayo, se empleó el medidor con número de serie de fabricación No. 608762692, y certificado por INACAL (Ver anexo 3)
- ✓ Para medir el consumo en los 10 ensayos con 2 kg de agua por ensayo, se empleó el medidor con el número de serie de fabricación No. 608762673 (Ver anexo 3).
- ✓ Para la medición de los 10 ensayos con 3 kg de agua por ensayo, se utilizó el medidor con el número de serie de fabricación No. 608762698 (Ver anexo 3).

➤ **Interruptor termomagnético 16 Amp;**

Se implementó un circuito con el objetivo de salvaguardar los elementos frente a posibles sobre corrientes y cortocircuitos. Además, se encargó de supervisar la interrupción de la energía en cada ensayo, asegurando que esta se detuviera cuando la temperatura alcanzara el punto de ebullición del agua. Este enfoque garantizó la seguridad y protección tanto de los componentes del sistema como del propio proceso experimental.

➤ **Medición de consumo eléctrico más temperatura por sistema Arduino.**

Se llevó a cabo la medición del consumo eléctrico junto con la temperatura mediante un sistema Arduino. Este sistema realizó mediciones de temperatura,

voltaje, corriente, potencia y consumo eléctrico en intervalos de aproximadamente 10 segundos. Los datos recopilados en el monitor serial fueron posteriormente ingresados en Excel y graficados.

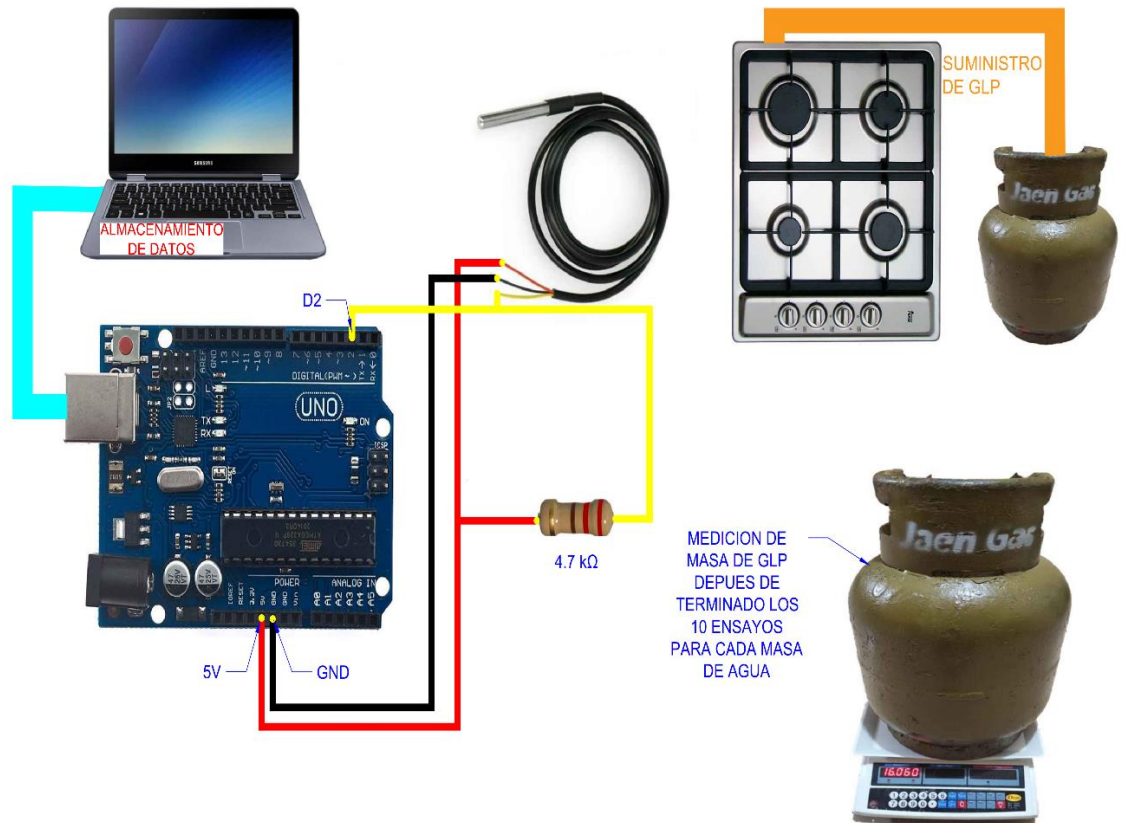
Estos gráficos se generaron para cada ensayo con las tres diferentes masas de agua, con el objetivo de realizar comparaciones entre cada ensayo de la misma masa de agua. Se compararon los datos de consumo eléctrico de cada ensayo con la información registrada por el medidor eléctrico de la concesionaria al finalizar el experimento. El punto de referencia para la interrupción del suministro eléctrico fue la temperatura de ebullición, controlada mediante la llave ITM y la programación del código Arduino (Ver Anexo 2.2). Este enfoque permitió una evaluación detallada y comparativa de los resultados obtenidos.

3.1.2. Diagrama del sistema de medición implementado para la cocina de GLP

Este diagrama ilustra el sistema de medición creado para la cocina de GLP, mostrando los elementos esenciales utilizados en el proceso. Entre estos se incluyen las ollas ferromagnéticas, el sensor de temperatura y la balanza digital. Cada componente contribuye a la recopilación precisa de información relevante, permitiendo la evaluación detallada del tiempo, la temperatura y el consumo de gas licuado de petróleo durante los experimentos, los cuales se muestra en Figura 5.

Figura 5

Diagrama del sistema de medición implementado para la cocina de inducción.



En la Figura 5, se destaca la disposición estratégica de los elementos del sistema de medición. Las ollas ferromagnéticas, el sensor de temperatura y la balanza digital se han integrado para capturar datos relevantes durante los ensayos. Este diseño proporciona una visión clara de cómo se recopilaban los datos relacionados con el tiempo, la temperatura y el consumo de gas licuado de petróleo, facilitando así una evaluación precisa de la eficiencia de la cocina de GLP.

➤ **Medición de temperatura por Arduino**

El sistema de medición de temperatura mediante Arduino fue diseñado de manera análoga al utilizado en la cocina de inducción. Una vez alcanzada la temperatura de ebullición del agua, se cierra la válvula, impidiendo así el paso de GLP. En la implementación de este proceso, se empleó el código Arduino correspondiente (Ver anexo 2.1). Este enfoque proporcionó una metodología consistente y controlada para gestionar la temperatura y el suministro de GLP durante el experimento, asegurando la replicabilidad y precisión de los resultados obtenidos.

➤ **Consumo de GLP**

Fue determinado por la masa consumida en los 10 ensayos de cada kilogramo de agua. Esta medición se llevó a cabo al finalizar cada conjunto de ensayos utilizando una balanza digital. Este enfoque garantizó la precisión en la determinación del consumo de GLP para cada masa de agua, proporcionando datos fiables que contribuyeron a la evaluación global del rendimiento de las cocinas en estudio.

➤ **Recolección de Datos:**

Se registraron datos relevantes sobre el tiempo, temperatura y consumo, asegurando así la representatividad de la información recopilada.

➤ **Análisis de Datos:**

Para el análisis de datos, se emplearon métodos estadísticos. Se aplicaron pruebas comparativas y descriptivas para evaluar las diferencias significativas entre las variables medidas de ambas cocinas, proporcionando una interpretación rigurosa de los resultados.

➤ **Consideraciones Éticas:**

El estudio se llevó a cabo con estricto apego a consideraciones éticas, obteniendo el consentimiento informado de la toma de datos. Se garantizó la confidencialidad de los datos registrados, cumpliendo con los principios éticos y normativas aplicables en investigación.

➤ **Limitaciones del Estudio:**

Se reconoció la posibilidad de limitaciones en la generalización de los resultados a otras regiones, dada la especificidad de las características de Jaén. Además, se destacaron las variaciones en los patrones de uso como posibles influencias en la interpretación de los datos. Estas limitaciones se discutieron de manera transparente para contextualizar los resultados obtenidos.

3.2. Consumo de energía eléctrica y GLP durante 10 ensayos para cada masa de agua (1kg, 2kg y 3 kg) hasta alcanzar una temperatura de ebullición.

Resaltar que para las comparaciones entre ambas cocinas en estudio. Con respecto al consumo de energía al estar conformado con diferentes equipos de medición, es decir, en diferentes unidades ($KWh_{Electrico}$ y Kg_{GLP}), se considerará la medición por los medidores digitales STAR, por contar con certificaron que acredite su confiabilidad en la precisión de estos equipos. En cambio, para los datos de tiempo y temperatura se considerará las mediciones por Arduino, ya que estos parámetros son medidos en las mismas condiciones para ambos tipos de cocina.

➤ **Consumo de Energía Eléctrica y GLP para Ensayos con Agua de 1 kg**

En la Tabla 3 se presentan los datos de consumo energético para los 10 ensayos realizados con una masa de agua de 1 kg tanto en la cocina de inducción como en la de GLP. Los tiempos de ebullición, las temperaturas alcanzadas y los consumos de energía eléctrica y GLP se registran para cada ensayo.

Tabla 3

Consumo de Energía Eléctrica y GLP para Ensayos con Agua de 1 kg

N° DE ENSAYO	PARA COCINA DE INDUCCION			PARA COCINA DE GLP		
	TIEMPO (HORA)	TEMPERATURA (°C)	CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA (KWH)	TIEMPO (HORA)	TEMPERATURA (°C)	CONSUMO DE GLP (Kg)
1	0:04:33	97.5	1.30625	0:07:34	97.25	0.215
2	0:04:32	97.69		0:07:55	97.56	
3	0:04:21	97.5		0:07:34	97.12	
4	0:04:22	97.37		0:07:13	97.19	
5	0:04:32	97.12		0:07:23	97.12	
6	0:04:33	97.12		0:07:34	97.37	
7	0:04:33	97.25		0:07:45	97.19	
8	0:04:21	97.12		0:07:45	97.44	
9	0:04:21	97.5		0:07:23	97.12	
10	0:04:22	97.12		0:08:06	97.56	

En la Tabla 3 los resultados muestran que la cocina de inducción logró tiempos de ebullición más cortos y un consumo de energía eléctrica significativamente menor en comparación con la cocina de GLP para ensayos con agua de 1 kg.

➤ **Consumo de Energía Eléctrica y GLP para Ensayos con Agua de 2 kg**

Esta Tabla 4 se presenta los datos de consumo energético para los ensayos con una masa de agua de 2 kg en ambas cocinas. Los tiempos de ebullición, temperaturas alcanzadas y consumos de energía eléctrica y GLP se detallan para cada uno de los 10 ensayos.

Tabla 4*Consumo de Energía Eléctrica y GLP para Ensayos con Agua de 2 kg.*

Nº DE ENSAYO	PARA COCINA DE INDUCCION			PARA COCINA DE GLP		
	TIEMPO (HORA)	TEMPERATURA (°C)	CONSUMO MEDIDORES DIGITALES (KWH)	TIEMPO (HORA)	TEMPERATURA (°C)	CONSUMO DE GLP (Kg)
1	0:07:59	97.12		0:12:30	97.81	
2	0:07:59	97.12		0:12:30	97.12	
3	0:07:59	97.12		0:11:58	97.37	
4	0:08:42	97.37		0:12:40	97.19	
5	0:08:21	97.37		0:12:40	97.5	
6	0:08:10	97.12	2.3425	0:12:30	97.12	0.35
7	0:08:43	97.44		0:12:19	97.44	
8	0:08:21	97.25		0:12:31	97.31	
9	0:08:21	97.25		0:12:19	97.19	
10	0:08:10	97.31		0:12:40	97.19	

En la Tabla 4 los resultados muestran diferencias notables en los tiempos de ebullición y en los consumos de energía eléctrica y GLP entre la cocina de inducción y la de GLP. Se destacan las ventajas en eficiencia energética de la cocina de inducción, evidenciadas en sus tiempos de cocción más cortos y menor consumo eléctrico.

➤ **Consumo de Energía Eléctrica y GLP para Ensayos con Agua de 3 kg**

En esta Tabla 5, se detallan los datos de consumo energético para los ensayos con una masa de agua de 3 kg en ambas cocinas. Los tiempos de ebullición, temperaturas alcanzadas y consumos de energía eléctrica y GLP se registran para cada uno de los 10 ensayos.

Tabla 5*Consumo de Energía Eléctrica y GLP para Ensayos con Agua de 3 kg.*

Nº DE ENSAYO	PARA COCINA DE INDUCCION			PARA COCINA DE GLP		
	TIEMPO (HORA)	TEMPERATURA (°C)	CONSUMO MEDIDORES DIGITALES (KWH)	TIEMPO (HORA)	TEMPERATURA (°C)	CONSUMO DE GLP (Kg)
1	0:13:15	97.5		0:18:07	97.25	
2	0:13:04	97.25		0:18:29	97.25	
3	0:12:10	97.25		0:17:57	97.19	
4	0:12:32	97.19		0:19:11	97.19	
5	0:13:15	97.19	3.5075	0:18:29	97.37	0.45
6	0:12:54	97.19		0:18:18	97.19	
7	0:12:54	97.31		0:17:25	97.12	
8	0:13:37	97.12		0:18:07	97.12	
9	0:13:26	97.12		0:18:18	97.19	
10	0:13:37	97.37		0:18:50	97.25	

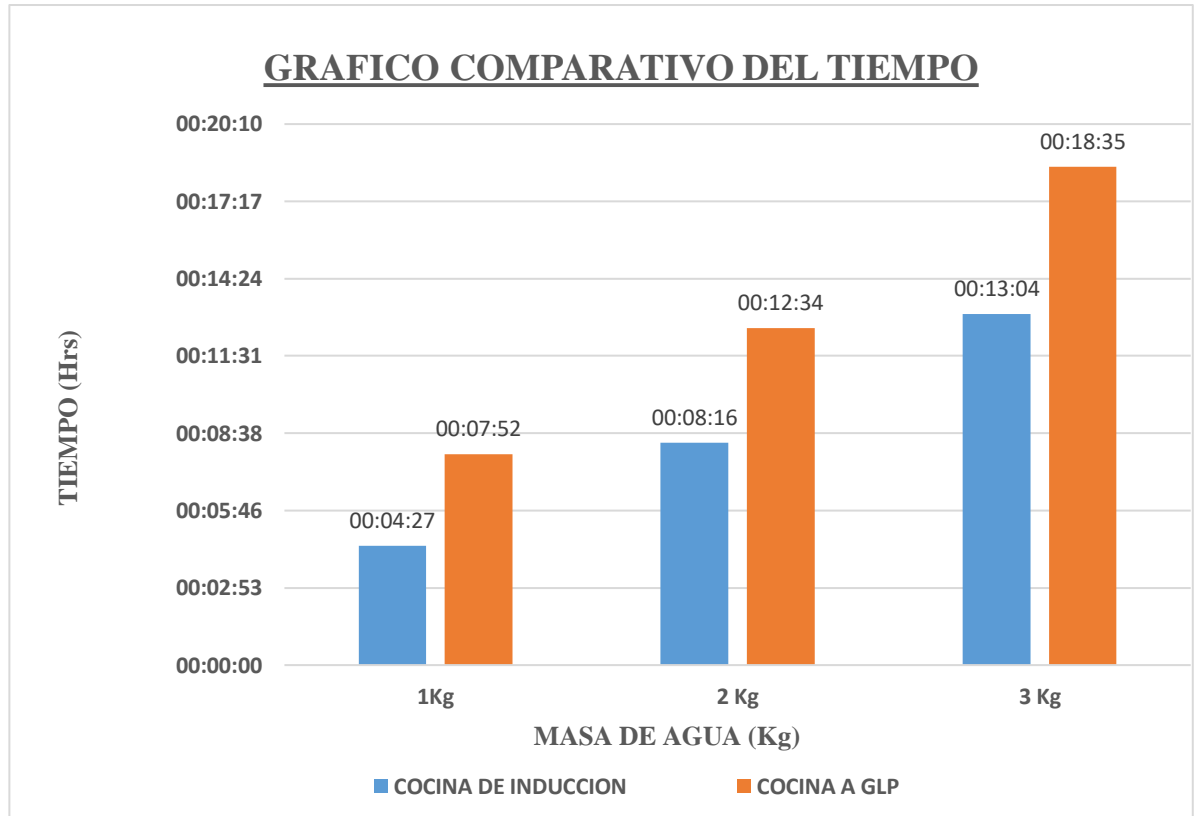
En la Tabla 5, los resultados indican diferencias sustanciales en los tiempos de ebullición y los consumos de energía entre la cocina de inducción y la de GLP para ensayos con agua de 3 kg. La cocina de inducción muestra una vez más su eficiencia energética al lograr tiempos de cocción más cortos y un menor consumo eléctrico.

➤ **Tiempo promedio por ensayo para cada masa, en ambas cocinas.**

La Figura 6, compara los tiempos de ebullición para diferentes masas de agua en las cocinas de inducción y de GLP.

Figura 6

Tiempo promedio por ensayo para cada masa, en ambas cocinas.



En la Figura 6, se evidencia que la cocina de inducción logra tiempos de ebullición notablemente más breves que la cocina de GLP. Esta consistente ventaja en eficiencia se atribuye a la capacidad inherente de la cocina de inducción para generar calor de forma más rápida y eficaz. Ya sea para una masa de 1 kg, 2 kg o 3 kg de agua, la cocina de inducción exhibe una clara superioridad en velocidad, indicando una transferencia de calor más eficiente y un proceso de ebullición más veloz en comparación con el sistema de GLP.

3.3. Análisis estadístico del conjunto de mediciones para obtener resultados precisos.

- **Estadística descriptiva de la temperatura de ebullición para cada masa de agua, en la cocina de inducción.**

La Tabla 6 de estadísticos descriptivos presenta resúmenes métricos para los tres conjuntos de datos asociados con la temperatura durante los ensayos de cada masa de agua, cada uno con un tamaño de muestra de 10 observaciones.

Tabla 6

Estadísticos descriptivos asociados con la temperatura de ebullición para la cocina de inducción.

	N	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desv. típ.
Temperatura (1kg)	10	97,12	97,69	973,29	97,3290	,21100
Temperatura (2kg)	10	97,12	97,44	972,47	97,2470	,12293
Temperatura (3kg)	10	97,12	97,50	972,49	97,2490	,11789
N válido (según lista)	10					

En la Tabla 6, muestra que en el en el caso específico de la masa de 1 kg, la temperatura de ebullición oscila entre 97.12 y 97.69, con una media de 97.3290 y una desviación estándar de 0.21100. Para la masa de 2 kg, la temperatura varía entre 97.12 y 97.44, con una media de 97.2471 y una desviación estándar de 0.12293. En cuanto a la masa de 3 kg, la temperatura de ebullición se sitúa en el rango de 97.12 a 97.50, con una media de 97.2490 y una desviación estándar de 0.11789.

➤ **Estadística descriptiva de la temperatura de ebullición para cada masa de agua, en la cocina a GLP.**

La Tabla 7 de estadísticos descriptivos presenta métricas claves relacionadas con la temperatura de ebullición para cada masa de agua en la cocina a GLP. Cada conjunto de datos de la temperatura, consiste en un tamaño de muestra de 10 observaciones. Los estadísticos incluyen el valor mínimo, máximo, suma, media y desviación estándar para cada conjunto de datos.

Tabla 7

Estadísticos descriptivos asociados con la temperatura de ebullición para la cocina de GLP.

	N	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desv. típ.
Temperatura (1 kg)	10	97,12	97,56	972,92	97,2920	,17731
Temperatura (2 kg)	10	97,12	97,81	973,24	97,3240	,21603
Temperatura (3 kg)	10	97,12	97,37	972,12	97,2120	,07315
N válido (según lista)	10					

La Tabla 7, muestra la variación en las temperaturas de ebullición para cada masa de agua en la cocina a GLP. Para la masa de 1 kg, los resultados revelan una variabilidad entre 97.12 y 97.56, con una media de 97.2920 y una desviación estándar de 0.17731. En el caso de la masa de 2 kg, las temperaturas oscilan entre 97.12 y 97.81, exhibiendo una media de 97.3240 y una desviación estándar de 0.21603. En cuanto a la masa de 3 kg, se registra un rango de 97.12 a 97.37, con una media de 97.2120 y una desviación estándar de 0.07315.

➤ **Estadística descriptiva del tiempo para la ebullición de cada masa de agua, en la cocina de inducción.**

La Tabla 8 presenta estadísticas descriptivas relacionadas con el tiempo necesario para alcanzar la ebullición en la cocina de inducción, para tres diferentes masas de agua.

Tabla 8

Estadísticos descriptivos asociados al tiempo en llegar al estado de ebullición del agua para la cocina de inducción.

	N	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desv. típ.
Tiempo (1kg)	10	,07	,08	,742	,0741	,00158
Tiempo (2kg)	10	,13	,15	1,38	,1378	,00452
Tiempo (3kg)	10	,20	,23	2,18	,2180	,00775
N válido (según lista)	10					

La Tabla 8, de estadísticas descriptivas ofrece información detallada sobre el tiempo requerido para la ebullición de cada masa de agua en la cocina de inducción. Para la masa de 1 kg, los tiempos oscilan entre 0.07 y 0.08 horas, con una media de 0.0741 horas y una desviación estándar de 0.00158. En el caso de la masa de 2 kg, los tiempos varían de 0.13 a 0.15 horas, con una media de 0.1378 horas y una desviación estándar de 0.00452. Para la masa de 3 kg, los tiempos registran un rango de 0.20 a 0.23 horas, con una media de 0.2180 horas y una desviación estándar de 0.00775. Estos resultados proporcionan una visión detallada de la variabilidad en los tiempos de ebullición para cada masa de agua en la cocina de inducción.

➤ **Estadística descriptiva del tiempo para la ebullición de cada masa de agua, en la cocina a GLP.**

La Tabla 9 presenta estadísticas descriptivas relacionadas con el tiempo necesario para alcanzar la ebullición en la cocina a GLP, para tres diferentes masas de agua.

Tabla 9

Estadísticos descriptivos asociados al tiempo en llegar al estado de ebullición del agua para la cocina de GLP.

	N	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desv. típ.
Tiempo (1kg)	10	,12	,14	1,27	,1269	,00448
Tiempo (2kg)	10	,20	,21	2,08	,2075	,00372
Tiempo (3kg)	10	,29	,32	3,05	,3053	,00818
N válido (según lista)	10					

La Tabla 9, se detallada el tiempo requerido para la ebullición de cada masa de agua en la cocina a GLP. Para la masa de 1 kg, los tiempos oscilan entre 0.12 y 0.14, con una media de 0.1269 y una desviación estándar de 0.00448. En el caso de la masa de 2 kg, los tiempos varían de 0.20 a 0.21, con una media de 0.2075 y una desviación estándar de 0.00372. Para la masa de 3 kg, los tiempos registran un rango de 0.29 a 0.32, con una media de 0.3053 y una desviación estándar de 0.00818.

3.4. Comparación de los resultados obtenidos al hervir masas de agua utilizando energía eléctrica y GLP.

➤ Comparación de Costos y Consumos Energéticos para Cocina de Inducción y Cocina de GLP

Esta Tabla 10 compara los resultados de la suma total de los 10 ensayos de las fuentes energéticas utilizadas para llevar las masas de agua de 1 kg, 2 kg y 3 kg al punto de ebullición. Los consumos de energía eléctrica y GLP se convierten a un valor monetario para facilitar la comparación.

Tabla 10

Comparación de resultados.

Descripción	Cocina de Inducción 0 –	Cocina de inducción	Cocina de GLP (10 kg-S/. 42)
	30 KWh (S/. 0.4802 / KWh)	31 – 140 KWh (S/. 0.6859 /KWh)	
Masa de 1 kg	1.30625 KWh	1.30625 KWh	0.215 kg
Masa de 2 kg	2.3425 KWh	2.3425 KWh	0.350 kg
Masa de 3 kg	3.5075 KWh	3.5075 KWh	0.450 kg
Consumo total	7.1475 KWh	7.1475 KWh	1.025 kg
Costo total	S/. 3.43	S/. 4.90	S/. 4.31

La Tabla 10, evidencia que, para consumos de energía eléctrica en el rango de 0 a 30 KWh, la concesionaria cobra S/. 0.4802 / KWh, y para consumos en el rango de 31 a 140 KWh, el precio asciende a S/. 0.6859 / KWh (Ver Anexo 5). Se presenta el consumo total de energía para los 10 ensayos de masas de agua de 1 kg, 2 kg y 3 kg, así como la cantidad de GLP consumida para llevar cada masa al punto de

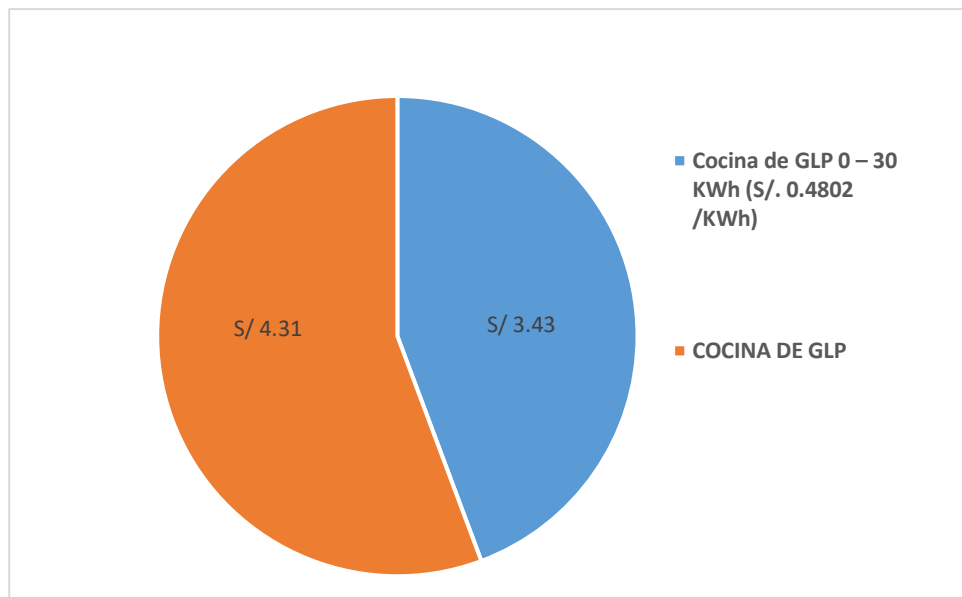
ebullición. Finalmente, ambos consumos se convierten a valores monetarios para cada tipo de cocina, permitiendo una comparación efectiva entre ambas.

➤ **Comparación de Costos para Cocina de Inducción y Cocina de GLP, para un consumo de energía eléctrica de 0 – 30 KWh**

En la Figura 7 se muestra el precio que pagaría por cada kWh de energía eléctrica para una vivienda con TARIFA BT5B residencial y un consumo que está entre 0 a 30 KWh.

Figura 7

Comparación de costos para un consumo eléctrico de 0-30 KWh.



La Figura 7 evidencia el costo que generaría una cocina de inducción en una vivienda de Tarifa BT5B residencial que consume sus primeros 30 KWh de energía eléctrica, para el total de ensayos que se realizó se pagaría s/3.43 y en el caso con la cocina de GLP para el total de los mismos ensayos se pagaría s.4.31. La comparación destaca que, en términos de costos para un consumo de energía eléctrica de 0 a 30 KWh, la cocina de inducción presenta una ventaja económica,

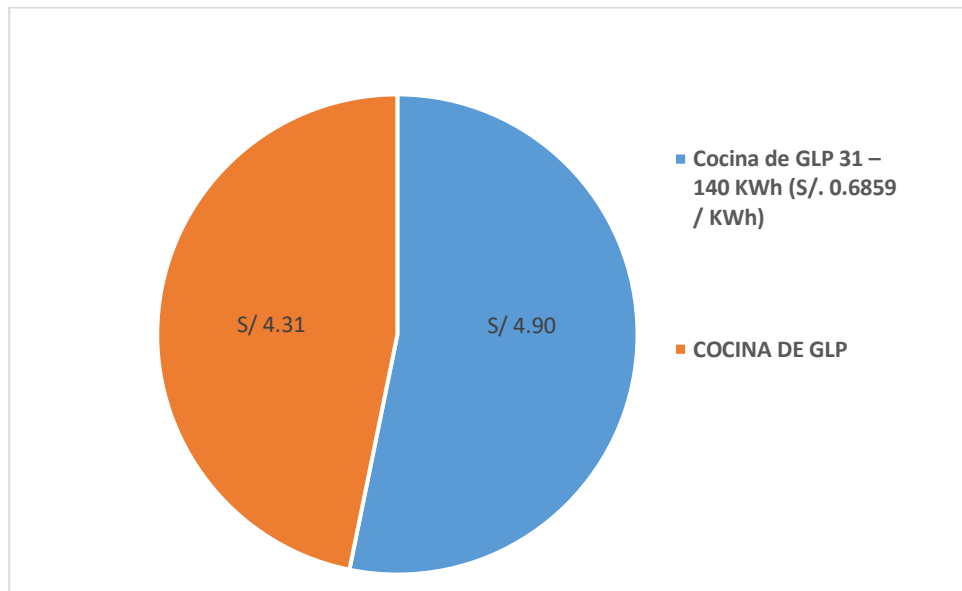
generando un menor gasto en comparación con la cocina de GLP en el contexto de la tarifa residencial BT5B.

➤ **Comparación de Costos para Cocina de Inducción y Cocina de GLP, para un consumo de energía eléctrica para el rango de 31 – 140 KWh**

En la Figura 8 se muestra el precio que pagaría por cada kWh de energía eléctrica para una vivienda con TARIFA BT5B residencial y un consumo que está entre 31 a 140 KWh.

Figura 8

Comparación de costos para un consumo eléctrico de 31-140 KWh.



La Figura 8 evidencia el costo que generaría una cocina de inducción en una vivienda de Tarifa BT5B residencial que consume en el rango de 31 KWh a 140 KWh de energía eléctrica. Para el total de ensayos realizados, el costo sería de S/. 4.90. En el caso de la cocina de GLP, para el total de los mismos ensayos, se pagaría S/. 4.31. La comparación revela que, en el rango de consumo de 31 a 140 KWh, la cocina de inducción presenta un mayor costo en relación con la cocina de GLP en el contexto de la tarifa residencial BT5B.

IV. DISCUSIÓN

En esta sección, se procederá a realizar un análisis exhaustivo de los resultados obtenidos en consonancia con los objetivos preestablecidos en la investigación. La cocina de inducción exhibió un consumo total de 7.1475 kWh, destacándose como una opción considerablemente más eficiente en comparación con la cocina de GLP, la cual registró un consumo total de 1.025 kg. Este hallazgo respalda de manera contundente la hipótesis inicial que postula la eficiencia económica de las cocinas de inducción frente a las tradicionales de GLP. Se han identificado patrones consistentes que indican un ahorro significativo en términos de consumo de energía eléctrica al utilizar la cocina de inducción.

Los resultados obtenidos reafirman la tendencia general que sugiere que las cocinas de inducción son más eficientes en términos de consumo energético. Estas conclusiones se alinean con estudios previos, como el de Albuja y Juna (2017) y Carrasco et al. (2016), que también han destacado los beneficios económicos y ambientales asociados con la transición a cocinas de inducción.

Las implicaciones prácticas derivadas de este estudio son de gran relevancia, especialmente en el ámbito doméstico al momento de tomar decisiones sobre la elección de cocinas. La adopción de cocinas de inducción se presenta como una opción que puede resultar en ahorros económicos sustanciales y una mayor eficiencia energética. Además, desde una perspectiva teórica, se subraya la importancia de considerar la eficiencia energética como un criterio clave al evaluar diferentes opciones de cocina.

Es importante reconocer las limitaciones de este estudio, particularmente en lo que respecta a la representatividad de la muestra y la geolocalización específica de la investigación.

Estas limitaciones podrían afectar la generalización de los resultados a contextos más amplios. A pesar de las medidas tomadas para minimizar el error, se observó un ligero desajuste en las mediciones realizadas por el sistema Arduino en comparación con los medidores de la concesionaria. Este aspecto destaca la necesidad de implementar mejoras en la precisión de las mediciones en futuras investigaciones. La consideración y abordaje de estas limitaciones fortalecerán la validez y aplicabilidad de los resultados obtenidos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

➤ CONCLUSIONES

En síntesis, los resultados obtenidos en esta investigación brindan una evidencia clara y contundente acerca de la eficiencia económica y energética de las cocinas de inducción en contraposición a las cocinas de GLP. La cocina de inducción exhibió un consumo total de 7.1475 kWh, destacándose como una alternativa significativamente más eficiente en términos de energía eléctrica, en comparación con el consumo total de 1.025 kg de GLP por parte de la cocina tradicional. Este hallazgo respalda de manera concluyente la hipótesis inicial, enfatizando la importancia de considerar la eficiencia energética al elegir métodos de cocción.

Al hacer un análisis con respecto a la tarifa eléctrica BT5B - residencial ya que cuenta con dos precios de kWh-mes según su rango de consumo (los primeros 30 kWh cuenta con un precio de S/. 0.4802 y de 31-140 kWh tiene un precio S/. 0.6859), se concluye que al finalizar los 10 ensayos de cada masa de agua (1 kg, 2 kg y 3 kg) en el primer caso según el precio por kWh las cocinas de inducción son más económicas con un estimado de S/. 0.88, mientras que en el segundo caso la cocina de GLP es más económica con un estimado de S/. 0.59.

Los resultados obtenidos cumplen de manera precisa con los objetivos establecidos al inicio de la investigación. La cocina de inducción se posiciona como una opción no solo más económica, sino también más eficiente energéticamente en comparación con la cocina de GLP, proporcionando datos cuantitativos que respaldan la toma de decisiones informadas sobre las opciones de cocina.

Este estudio contribuye significativamente al cuerpo de conocimientos al consolidar la evidencia de la eficiencia de las cocinas de inducción, reforzando y ampliando los hallazgos de investigaciones previas. La comparación exhaustiva de consumos y costos ofrece una perspectiva valiosa para aquellos que buscan comprender a fondo las implicaciones económicas y ambientales asociadas con las elecciones de cocina en el entorno doméstico.

En última instancia, las conclusiones derivadas de esta investigación no solo respaldan la adopción de cocinas de inducción desde una perspectiva práctica y económica, sino que también resaltan la importancia de considerar activamente la eficiencia energética como un criterio fundamental al evaluar y seleccionar opciones de cocina en el ámbito doméstico.

➤ **RECOMENDACIONES**

Dada la clara evidencia de la eficiencia energética de las cocinas de inducción, se sugiere que los consumidores consideren activamente la transición a este tipo de cocina para maximizar la eficiencia y reducir los costos energéticos a largo plazo. Además, se recomienda a los fabricantes de electrodomésticos que continúen mejorando y promocionando tecnologías de cocina de inducción como una opción sostenible.

Con respecto a la tarifa eléctrica BT5B – residencial en lo que contempla para la cocina de inducción, por contar con dos precios de KWh según su nivel de consumo eléctrico de los usuarios es importante mencionar que se hace más favorable económicamente ser implementadas en domicilios donde su consumo no supere los 30 KWh, ya que el precio por KWh es más económico en comparación si se supera dicho límite de consumo. Importante mencionar que esto no desmerita las ventajas en su funcionamiento y eficiencia de la cocina de inducción con respecto a la de GLP.

Se sugiere que las políticas gubernamentales fomenten incentivos para la transición hacia cocinas de inducción, promoviendo así prácticas más sostenibles y eficientes.

Con base en los patrones identificados, se recomienda a los consumidores ajustar sus hábitos de cocina para maximizar los beneficios de eficiencia energética de las cocinas de inducción. Asimismo, se alienta a los investigadores a realizar estudios más detallados sobre la optimización de la utilización de cocinas de inducción en entornos domésticos, proporcionando pautas específicas para los usuarios.

Recomendación: Dado que los resultados indican una clara ventaja en términos de aceptación y disposición hacia las cocinas de inducción, se sugiere a los fabricantes y comerciantes de electrodomésticos que destaquen los beneficios económicos y ambientales al comercializar y promover estas cocinas. Además, se alienta a los responsables de políticas a considerar iniciativas que fomenten la conciencia y la educación del público sobre las ventajas de las cocinas de inducción.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuja, K. del P., y Juna, S. P. (2017). *Propuesta Para Optimizar La Reconversión De Cocinas A Gas A Cocinas De Inducción Considerando El Cambio De Matriz Energética, Cantón Quito, Estudio Del Caso Barrio La Luz Período 2012 – 2016* [Universidad Central Del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/11212>
- Banzi, M., Cuartielles, D., Mellis, D., Igoe, T., y Martino, G. (2024). *ArduinoIDE*.
<https://www.arduino.cc/en/software>
- Bramptom, O. (2023). *Medidor de energía eléctrica inteligente IoT con ESP32 y Blynk 2.0*.
<https://how2electronics.com/iot-smart-electricity-energy-meter-with-esp32-blynk-2-0/>
- Carrasco, S., Prialé, M., Figueroa, V., y Jara, W. (2016). *Propuesta De Utilización De Cocinas De Inducción Eléctrica Para Uso Doméstico En Poblaciones Vulnerables* [Universidad Esan]. <https://repositorio.esan.edu.pe/handle/20.500.12640/405?show=full>
- El Peruano. (2022). *El abastecimiento de GLP en el Perú está garantizado*.
<https://elperuano.pe/noticia/177202-el-abastecimiento-de-glp-en-el-peru-esta-garantizado>
- Garay, D. R. (2021). *Propuesta De Implementación De Cocinas De Inducción Para Electrificación De La Matriz Energética Peruana* [Universidad Continental].
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/10201>
- Ihaka, R., y Gentleman, R. (2024). *R: El Proyecto R para Computación Estadística*.
<https://www.r-project.org/>
- Martinez, F. (2015). *Tutorial Arduino: Uso de sistema OneWire | OpenWebinars*.
<https://openwebinars.net/blog/tutorial-arduino-uso-de-sistema-onewire/>
- Mechatronics, N. (2023). *NodeMCU-32 30-pin ESP32 WiFi*.
<https://naylampmechatronics.com/espessif-esp/384-nodemcu-32-30-pin-esp32-wifi.html>
- MINEM. (2023). *Sector Transporte - Informes y publicaciones - Ministerio de Energía y Minas - Plataforma del Estado Peruano*.

<https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/4710621-sector-transporte>

Naula-Sigua, F. B., Campoverde-Campoverde, J. A., y Borenstein, D. (2017). Modelo Para La Toma De Decisiones, Caso Cambio De Cocina De GLP A Inducción En Ecuador.

DYNA (Colombia), 84(203), 95–100. <https://doi.org/10.15446/dyna.v84n203.62025>

Osinermin. (2021). *Informe de Resultados Consumo y Usos de los Hidrocarburos Líquidos y*

GLP. 1–25. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2560069/ERCUE>

Hidrocarburos 2019-2020.pdf

Plaza, R., y Escobar, E. (2015). *Análisis De Eficiencia Energética En La Implementación De*

Cocinas De Inducción En El Sistema Eléctrico Ecuatoriano [Escuela Superior

Politecnica del Litoral]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/41312>

SpeedyMarks. (2021). *Boiling*. Google Play.

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.speedymarks.android.boiling&hl=es&gl=US&pli=1>

The Document Foundation. (2024). *LibreOffice*.

<https://www.libreoffice.org/discover/libreoffice/>

Ulloa, J. P., y Cruz, C. M. (2018). Aplicación De Métodos Numéricos Para La Obtención De

Modelos Eficientes De Consumo Energético En Cocinas De Inducción Y Cocinas A Gas

(Glp). *Revista Observatorio de La Economía Latinoamericana*.

<https://www.eumed.net/rev/oel/2018/03/consumos-energeticos.html>

Walker, J. (2024). *AutoCAD* (2024).

https://latinoamerica.autodesk.com/products/autocad/overview?cjdata=MXxOfDB8WXww&panel=buy&AID=13955714&PID=8299320&SID=jkp_CjwKCAiA29auBhBxEiwAnKcSqtPGz_rm9i3pMbSUpWLG3M5smNvgZ6hm2WB9CvfqZ8SVjDCs_J7bhBoCmKEQAvD_BwE&cjevent=58c0838dd10011ee832701070a82b83

Yong, Z. (2019). *Impacto De Sustitución De Cocinas GLP Por Cocinas De Inducción En Importaciones De GLP, 2014-2018* [Univeridad tecnologica empresarial de guayaquil].
<http://biblioteca.uteg.edu.ec:8080/handle/123456789/1042>

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarnos por el camino del bien, por permitirnos cumplir nuestras metas, y por la salud que nos brinda.

A nuestra familia por ser un pilar fundamental en nuestra formación tanto personal como profesional, por apoyarnos día a día y por sus consejos que siempre son de gran ayuda en nuestra vida cotidiana.

A nuestros asesores del presente proyecto: Mg. Ing. Henry Oswaldo Pinedo Nava y al Dr. Freddy Roland Ordoñez García por compartir sus conocimientos y consejos con nosotros.

A la carrera profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica en la Universidad Nacional de Jaén por la formación profesional competitiva que nos cultivaron.

DEDICATORÍA

A mi familia y en especial a mi madre. Porque siempre están ahí apoyándome incondicionalmente, por haberme enseñado que nada en la vida es fácil si es que vale la pena. Que las metas se cumplen con esfuerzo y dedicación. Y por hacer de mí una persona de bien.

Autor: Daniel Armando Guevara Monteza

Dedico este importante logro en mi carrera a mi querida madre, mi valioso padre y mis queridos hermanos, quienes han sido mi roca y mi constante apoyo a lo largo de mi travesía en la carrera de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Su inquebrantable presencia y aliento han sido el motor que me impulsó a perseverar en este arduo camino, especialmente en la culminación de este trabajo de tesis, el cual representa un gran esfuerzo y sacrificio. A ellos les debo este triunfo y les agradezco de todo corazón por su amor, confianza y apoyo incondicional.

Autor: Julio Cesar Carrasco Martinez

ANEXOS

Anexo 1.

Medición de temperatura para los ensayos en la cocina de inducción y GLP.



Nota. Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Códigos de programación.

Anexo 2.1

Código de programación para medir tiempo y temperatura para cocina de GLP.

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

const int oneWirePin = 2;

OneWire oneWireBus(oneWirePin);
DallasTemperature sensor(&oneWireBus);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  sensor.begin();
}

void loop() {
  Serial.print("\tTemperatura(°C):\t");
  sensor.requestTemperatures();
  Serial.println(sensor.getTempCByIndex(0));
  delay(10000);
}
```

Nota. Adaptado de (Martinez, 2015)

Anexo 2.2

Código de programación para medir parámetros eléctricos, temperatura y tiempo en cocina de inducción.

```
#define BLYNK_PRINT Serial

#include "EmonLib.h"
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

const int oneWirePin = 32;
OneWire oneWireBus(oneWirePin);
DallasTemperature sensor(&oneWireBus);

EnergyMonitor emon;
#define vCalibration 106.8
#define currCalibration 10.5
BlynkTimer timer;

char auth[] = "9NyrUrnGAVbHn3QdVCZf-xQTz9v5sqb";

char ssid[] = "*****";
char pass[] = "*****";

float kWh = 0;
unsigned long lastmillis = millis();

void myTimerEvent() {
  emon.calcVI(20, 100);
  Serial.print("\tVoltaje(V):\t");
  Serial.print(emon.Vrms, 2);
  Blynk.virtualWrite(V0, emon.Vrms);
  Serial.print("\tCorriente(A):\t");
  Serial.print(emon.Irms, 2);
  Blynk.virtualWrite(V1, emon.Irms);
  Serial.print("\tPotencia(W):\t");
  Serial.print(emon.apparentPower, 0);
  Blynk.virtualWrite(V2, emon.apparentPower);
  Serial.print("\tConsumo(KWH):\t");
  kWh = kWh + emon.apparentPower*(millis()-lastmillis)/3600000000.0;
  Serial.println(kWh, 3);
  lastmillis = millis();
  Blynk.virtualWrite(V3, kWh);
}
```

```
void setup() {  
  Serial.begin(9600);  
  sensor.begin();  
  emon.voltage(35, vCalibration, 1.7);  
  emon.current(34, currCalibration);  
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);  
  Serial.println();  
  timer.setInterval(10000L, myTimerEvent);  
}  
  
void loop() {  
  Serial.print(" \tT(°C):\t");  
  sensor.requestTemperatures();  
  Serial.print(sensor.getTempCByIndex(0));  
  Blynk.run();  
  timer.run();  
  delay(10000);  
}
```

Nota. Adaptado de (Bramptom, 2023)

Anexo 3.

Certificados de calibración de los medidores digitales STAR.



UNIDAD DE VERIFICACIÓN METROLÓGICA
AUTORIZADA POR INACAL-DM
N° DE REGISTRO: UVM-008



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN INICIAL N° 791883

1. Datos del Instrumento:

Marca	Star	Tensión de referencia (V _n)	220 V
Modelo	DDS26B	Corriente de base (I _b)	5A
Número serie	0608762685	Corriente máxima (I _{max})	60 A
Fabricante	Shenzhen Star Instrument Co., LTD.	Frecuencia de referencia	60 Hz
Procedencia	China	Constante	1600 imp/kWh
Año de fabricación	2022	Clase	1
Normas de Aprobación de Modelo	IEC 62053-21 IEC 62052-11	Clase de protección	II
Certificado de Homologación (*)	DM/HLE-009-2017	Número de hilos	2
Visualizador	LCD	Fases	Monofásico

(*) Emitido por la Dirección de Metrología del INACAL

2. Resultados:

Ensayos realizados de acuerdo a la NMP 021:2015 (Ref. IEC 62058-31; Temperatura: 23°C±2°C)

Inspección visual	Tensión en c.a.	Vacío	Arranque
Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Corriente	0,05 I _b	I _b	0,5 ind.	I _{max}
f.p. (cos φ)	1	1	0,5 ind.	1
Error (%)	0.1	0.2	0.2	0.2
Lím. Error (%)	± 1,5	± 1,0	± 1,0	± 1,0
Verificación del registro	Cumple			

Fecha de verificación: 14 - 05 - 2022

f.p.= factor de potencia

3. Trazabilidad:

Equipo de ensayo de medidores de energía eléctrica marca STAR, modelo ST-9020V4, número de serie 351530 y de clase de exactitud 0.1, con certificado de calibración DBN202200162, emitido por SCM/SMQ, el día 2022.03.23

Equipo de ensayo con tensión alterna, marca CHANGSHENG, modelo CS9912Bl, número de serie 1805803-050 y clase de precisión 5.0, con certificado de calibración 213302833, emitido por SCM/SMQ, el día 2021.06.07

4. Conclusiones:

El medidor verificado cumple con los requisitos establecidos en la NMP 021:2015 (Ref. IEC 62058-31)

5. Observaciones:

Visualizador LCD con fuente de respaldo hasta por 24 horas sin energía de la red (super-capacitor).

6. Lugar y fecha de emisión: Shenzhen, 14 de 05 del 2022



Director of Manufacture Center



Director of Total Quality Management Center



UNIDAD DE VERIFICACIÓN METROLÓGICA
AUTORIZADA POR INACAL-DM
N° DE REGISTRO: UVM-008



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN INICIAL N° 791890

1. Datos del Instrumento:

Marca	Star	Tensión de referencia (V _r)	220 V
Modelo	DDS26B	Corriente de base (I _b)	5A
Número serie	0608762692	Corriente máxima (I _{max})	60 A
Fabricante	Shenzhen Star Instrument Co., LTD.	Frecuencia de referencia	60 Hz
Procedencia	China	Constante	1600 imp/kWh
Año de fabricación	2022	Clase	1
Normas de Aprobación de Modelo	IEC 62053-21 IEC 62052-11	Clase de protección	II
Certificado de Homologación (*)	DM/HLE-009-2017	Número de hilos	2
Visualizador	LCD	Fases	Monofásico

(*) Emitido por la Dirección de Metrología del INACAL

2. Resultados:

Ensayos realizados de acuerdo a la NMP 021:2015 (Ref. IEC 62058-31; Temperatura: 23°C±2°C)

Inspección visual	Tensión en c.a.	Vacío	Arranque
Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Corriente	0,05 I _b	I _b	I _{max}
f.p. (cos φ)	1	1	0,5 ind.
Error (%)	0.1	-0.0	0.0
Lím. Error (%)	± 1,5	± 1,0	± 1,0
Verificación del registro	Cumple		

Fecha de verificación: 14 - 05 - 2022

f.p.= factor de potencia

3. Trazabilidad:

Equipo de ensayo de medidores de energía eléctrica marca STAR, modelo ST-9001D5V4, número de serie 7150703 y de clase de exactitud 0.05, con certificado de calibración DBN202200179, emitido por SCM/SMQ, el día 2022.03.25

Equipo de ensayo con tensión alterna, marca CHANGSHENG, modelo CS9912BI, número de serie 1605603-050 y clase de precisión 5.0, con certificado de calibración 213302833, emitido por SCM/SMQ, el día 2021.06.07

4. Conclusiones:

El medidor verificado cumple con los requisitos establecidos en la NMP 021:2015 (Ref. IEC 62058-31)

5. Observaciones:

Visualizador LCD con fuente de respaldo hasta por 24 horas sin energía de la red (super-capacitor).

6. Lugar y fecha de emisión: Shenzhen, 14 de 05 del 2022



Qin Luo
Director of Manufacture Center

Director of Manufacture Center



Shengbin Li
Director of Total Quality Management Center

Director of Total Quality Management Center



UNIDAD DE VERIFICACIÓN METROLÓGICA
AUTORIZADA POR INACAL-DM
N° DE REGISTRO: UVM-008



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN INICIAL N° 791871

1. Datos del Instrumento:

Marca	Star	Tensión de referencia (V _n)	220 V
Modelo	DDS26B	Corriente de base (I _b)	5A
Número serie	0608762873	Corriente máxima (I _{max})	60 A
Fabricante	Shenzhen Star Instrument Co., LTD.	Frecuencia de referencia	60 Hz
Procedencia	China	Constante	1600 imp/kWh
Año de fabricación	2022	Clase	1
Normas de Aprobación de Modelo	IEC 62053-21 IEC 62052-11	Clase de protección	II
Certificado de Homologación (*)	DM/HLE-009-2017	Número de hilos	2
Visualizador	LCD	Fases	Monofásico

(*) Emitido por la Dirección de Metrología del INACAL

2. Resultados:

Ensayos realizados de acuerdo a la NMP 021:2015 (Ref. IEC 62058-31; Temperatura: 23°C±2°C)

Inspección visual	Tensión en c.a.	Vacío	Arranque
Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Corriente	0,05 I _b	I _b	I _{max}
f.p. (cos φ)	1	1	0,5 ind.
Error (%)	0.1	0.1	0.1
Lim. Error (%)	± 1,5	± 1,0	± 1,0
Verificación del registro	Cumple		

f.p.= factor de potencia

Fecha de verificación: 14 - 05 - 2022

3. Trazabilidad:

ST-9001D5V4

Equipo de ensayo de medidores de energía eléctrica marca STAR, modelo ST-9001D5V4, número de serie 7161222 y de clase de exactitud 0.05, con certificado de calibración DBN202200185 emitido por SCM/SMQ, el día 2022.03.26

Equipo de ensayo con tensión alterna, marca CHANGSHENG, modelo CS99128I, número de serie 1605603-050 y clase de precisión 5.0, con certificado de calibración 213302833 emitido por SCM/SMQ, el día 2021.06.07

4. Conclusiones:

El medidor verificado cumple con los requisitos establecidos en la NMP 021:2015 (Ref. IEC 62058-31)

5. Observaciones:

Visualizador LCD con fuente de respaldo hasta por 24 horas sin energía de la red (super-capacitor).

6. Lugar y fecha de emisión: Shenzhen, 14 de 05 del 2022



Director of Manufacture Center



Director of Total Quality Management Center



UNIDAD DE VERIFICACIÓN METROLÓGICA
AUTORIZADA POR INACAL-DM
N° DE REGISTRO: UVM-008



CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN INICIAL N° 791896

1. Datos del Instrumento:

Marca	Star	Tensión de referencia (V _n)	220 V
Modelo	DDS26B	Corriente de base (I _b)	5A
Número serie	0608762698	Corriente máxima (I _{max})	60 A
Fabricante	Shenzhen Star Instrument Co., LTD.	Frecuencia de referencia	60 Hz
Procedencia	China	Constante	1600 imp/kWh
Año de fabricación	2022	Clase	1
Normas de Aprobación de Modelo	IEC 62053-21 IEC 62052-11	Clase de protección	II
Certificado de Homologación (*)	DM/HLE-009-2017	Número de hilos	2
Visualizador	LCD	Fases	Monofásico

(*) Emitido por la Dirección de Metrología del INACAL

2. Resultados:

Ensayos realizados de acuerdo a la NMP 021:2015 (Ref. IEC 62058-31; Temperatura: 23°C±2°C)

Inspección visual	Tensión en c.a.	Vacío	Arranque
Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Corriente	0,05 I _b	I _b	I _{max}
f.p. (cos φ)	1	1	0,5 ind.
Error (%)	0.1	-0.0	0.2
Lim. Error (%)	± 1,5	± 1,0	± 1,0
Verificación del registro	Cumple		

Fecha de verificación: 14 - 05 - 2022

f.p.= factor de potencia

3. Trazabilidad:

Equipo de ensayo de medidores de energía eléctrica marca STAR, modelo ST-9020V4, número de serie 351537 y de clase de exactitud 0.1, con certificado de calibración DBN202200167 emitido por SCM/SMQ, el día 2022.03.24

Equipo de ensayo con tensión alterna, marca CHANGSHENG, modelo CS9912BI, número de serie 1605603-050 y clase de precisión 5.0, con certificado de calibración 213302833 emitido por SCM/SMQ, el día 2021.06.07

4. Conclusiones:

El medidor verificado cumple con los requisitos establecidos en la NMP 021:2015 (Ref. IEC 62058-31)

5. Observaciones:

Visualizador LCD con fuente de respaldo hasta por 24 horas sin energía de la red (super-capacitor).

6. Lugar y fecha de emisión: Shenzhen, 14 de 05 del 2022



Director of Manufacture Center




Director of Total Quality Management Center

Anexo 4.

Recibo de consumo de energía eléctrica.

MESOR
27/12/2023 19:31

El importe FOSE está incluido en su Cargo por Energía



Electro Oriente
Generando Progreso

EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO
DE ELECTRICIDAD DEL ORIENTE S.A.
AV. AUGUSTO FREYRE N° 1168 - IQUITOS - MAYNAS
R.U.C. 20103795631

CONTRATO 36479788
CODIGO RUTA 7110817012771
SALIDA - SS.EE. R: A2407 - E520853

Prof. IQUITOS N°555 HABIL.URB.LAS ORQUIDEAS

RECIBO N° S350-06397472 RUTA 06


DATOS DEL SUMINISTRO Y CONSUMO

Tarifa **BT5B** Residencial P.C. 1.0kW
Opc. Tarif. Resol. 206-2013-OS/CD del 14.10.2013
Tipo Cl.1 Monofasico-Aereo Tensión 220 V
nroserie 608595305 EN
Lectura Actual 115 30/11/2023
Lectura Anterior 84 31/10/2023
Diferencia entre lecturas 31
Factor del nroserie 1.0000
Consumo a facturar **31 kWh**
Primeros 30kwh S/. **14.4060**
de 31 a 100 S/./kWh **0.6859**

DETALLES DE LOS IMPORTES FACTURADOS

Cargo Fijo Ajustado	3.25
Cargo por Energía Ajustado	15.10
Alumbrado Publico	2.95
Mantenimiento de Conexion	1.30
Reposicion de Conexion	0.27
Interes Compensatorio	0.07

Variación de su consumo (kwh)



Descuento FOSE: 6.16

SUBTOTAL	22.94
Int.Moratorio	0.01
AporteElecR	0.31
TOTAL FACTURADO	23.26

MENSAJES AL CLIENTE

CONSUMO NOV-2023
FECHA EMISION 05-DIC-2023
FECHA VENCIMIENTO 21-DIC-2023

****DUPLICADO****

"LAS TARIFAS DE ELECTRICIDAD SON FIJADAS POR OSINERGMI"
SU RECIBO HA SIDO FACTURADO CON TARIFA PLANA (LEY N° 30468)
Estimado Cliente, los comunicados y avisos de interés, los encontrara
en nuestros canales digitales oficiales: www.eor.com.pe
Facebook: Electro Oriente Oficial


Redondeo Mes Anterior -0.24
Redondeo Mes Actual -0.02

TOTAL S/. ***23.00**

SON: VEINTE y TRES con 00/100 nuevos soles

*** DUPLICADO ***
"Vacúnate con las dos dosis y protégete de los riesgos más graves del coronavirus"

Contrato : 36479788
RECIBO N° S350-06397472



MESOR
27/12/2023 19:31

ConsFac NOV-2023
Fecha Vencimiento 21-DIC-2023
codruta 7110817012771
Tarifa BT5B Cl.1 Monofasico

TOTAL S/. ***23.00**

Anexo 5.

Temperatura de ebullición del agua para una altitud de 729 m.



Nota. Fuente: (SpeedyMarks, 2021)

Anexo 6.

Medición de masa de agua para los ensayos de ambos tipos de cocinas.



Anexo 7.

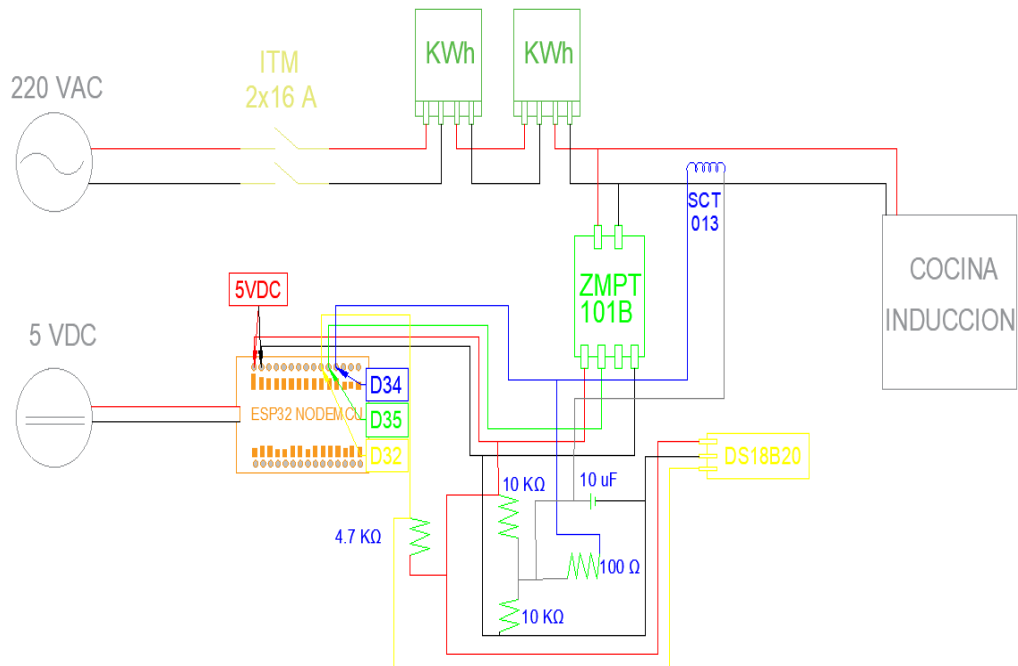
Consumo eléctrico de ensayos con Arduino

ENSAYOS 1 kg	CONSUMO	ENSAYOS 2 kg	CONSUMO	ENSAYOS 3 kg	CONSUMO
E_1.1	0.132	E_2.1	0.23	E_3.1	0.361
E_1.2	0.133	E_2.2	0.236	E_3.2	0.364
E_1.3	0.13	E_2.3	0.243	E_3.3	0.341
E_1.4	0.13	E_2.4	0.261	E_3.4	0.345
E_1.5	0.144	E_2.5	0.258	E_3.5	0.364
E_1.6	0.13	E_2.6	0.25	E_3.6	0.36
E_1.7	0.131	E_2.7	0.248	E_3.7	0.358
E_1.8	0.13	E_2.8	0.248	E_3.8	0.363
E_1.9	0.131	E_2.9	0.245	E_3.9	0.364
E_1.10	0.132	E_2.10	0.235	E_3.10	0.373
TOTAL	1.323 KWh		2.454 KWh		3.593 KWh

Anexo 8. Diagramas eléctricos de los sistemas de medición.

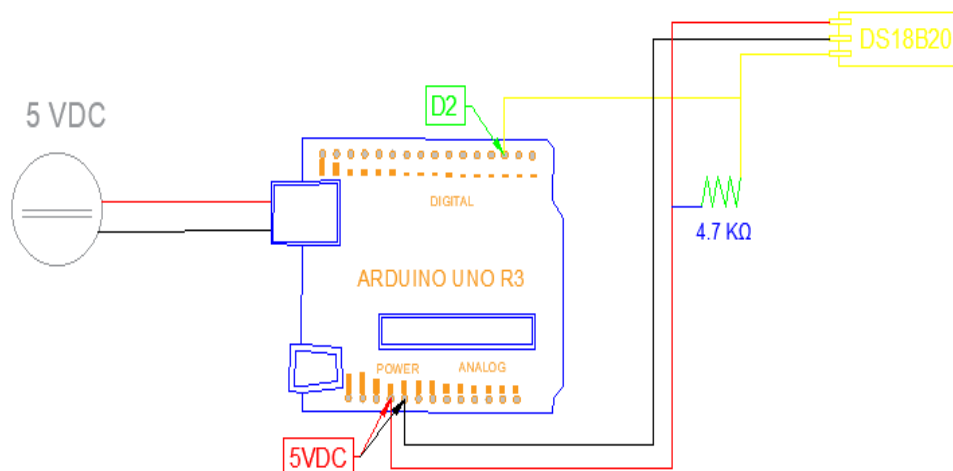
Anexo 8.1

Diagrama eléctrico para el sistema de medición de consumo eléctrico y temperatura para la cocina de inducción.



Anexo 8.2

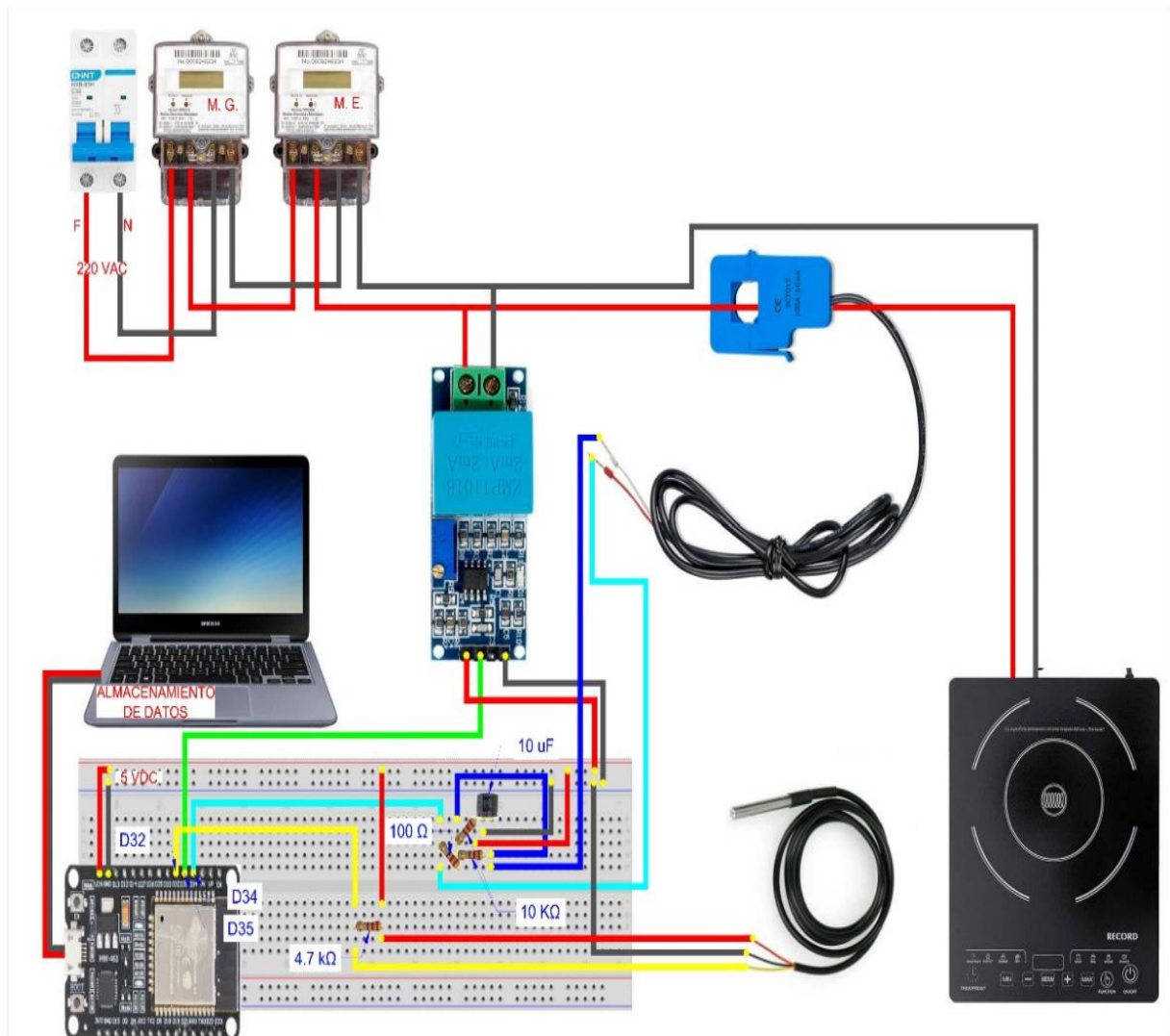
Diagrama electrónico del sistema de medición de temperatura para los ensayos de la cocina de GLP.



Anexo 9. Diagramas de sistemas de medición implementados para cada tecnología de cocción en estudio.

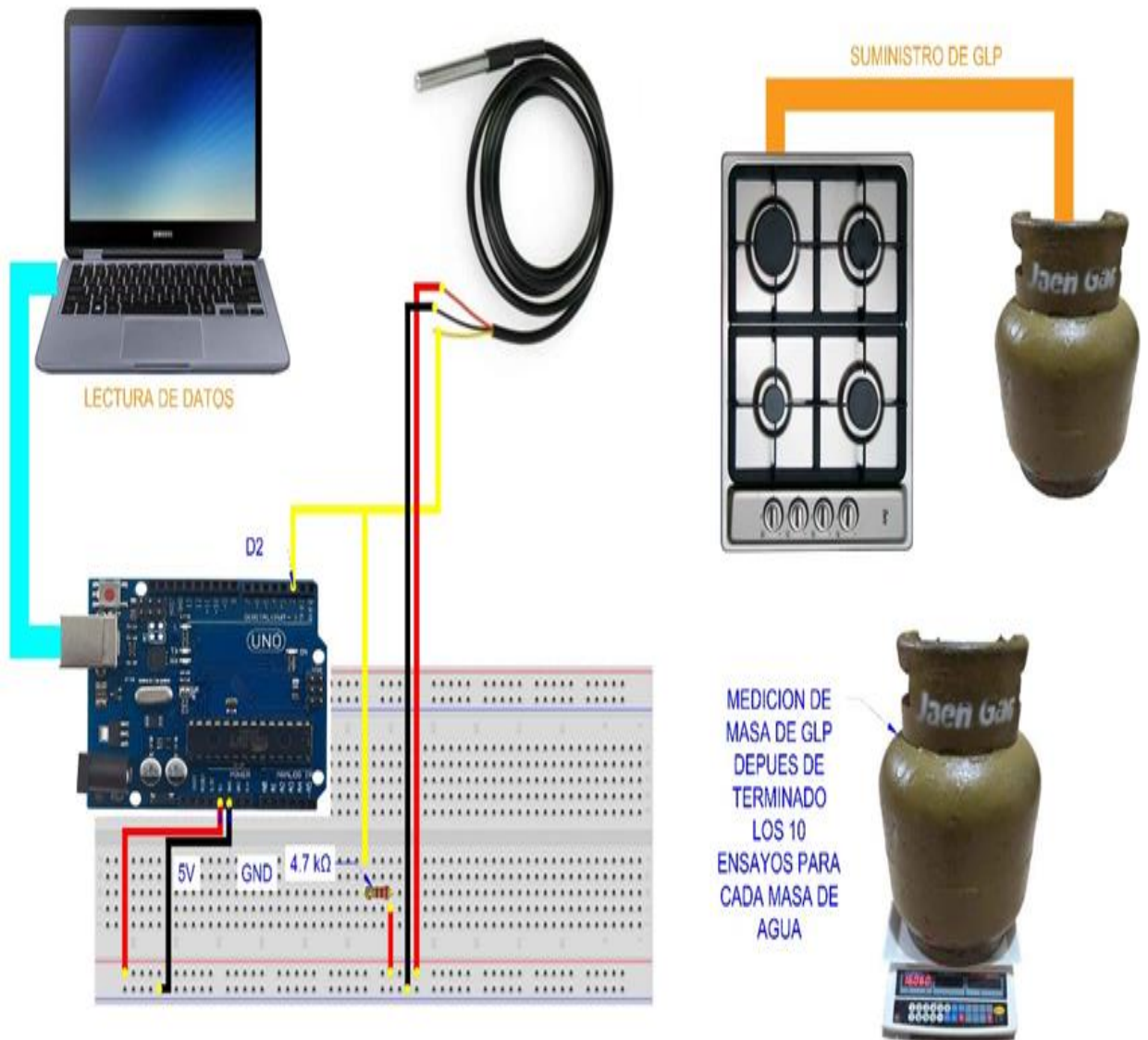
Anexo 9.1

Diagrama del sistema de medición implementado para la cocina de inducción.



Anexo 9.2

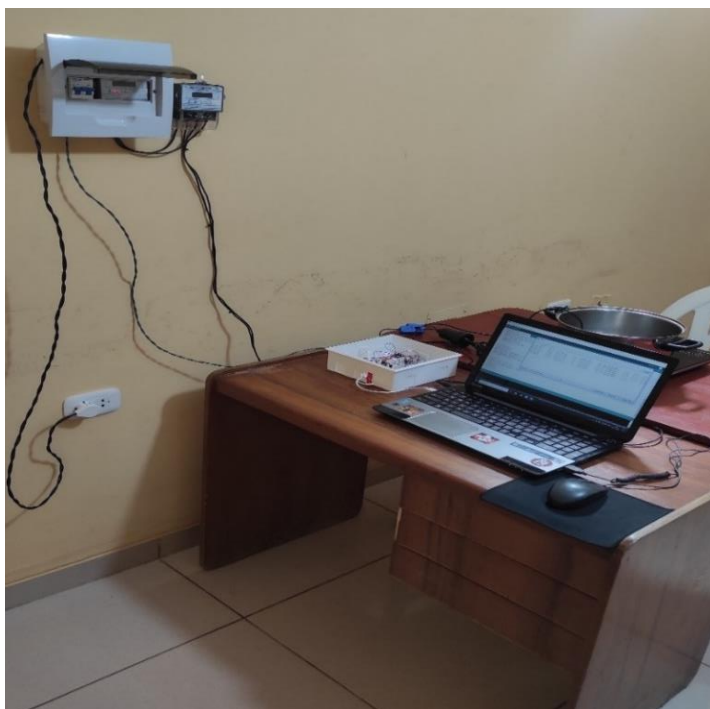
Diagrama del sistema de medición implementado para la cocina de inducción.



Anexo 10. Sistemas de medición implementados para cada tipo de cocina.

Anexo 10.1

Sistema de la cocina de inducción



Anexo 10.2

Sistema de la cocina de GLP.



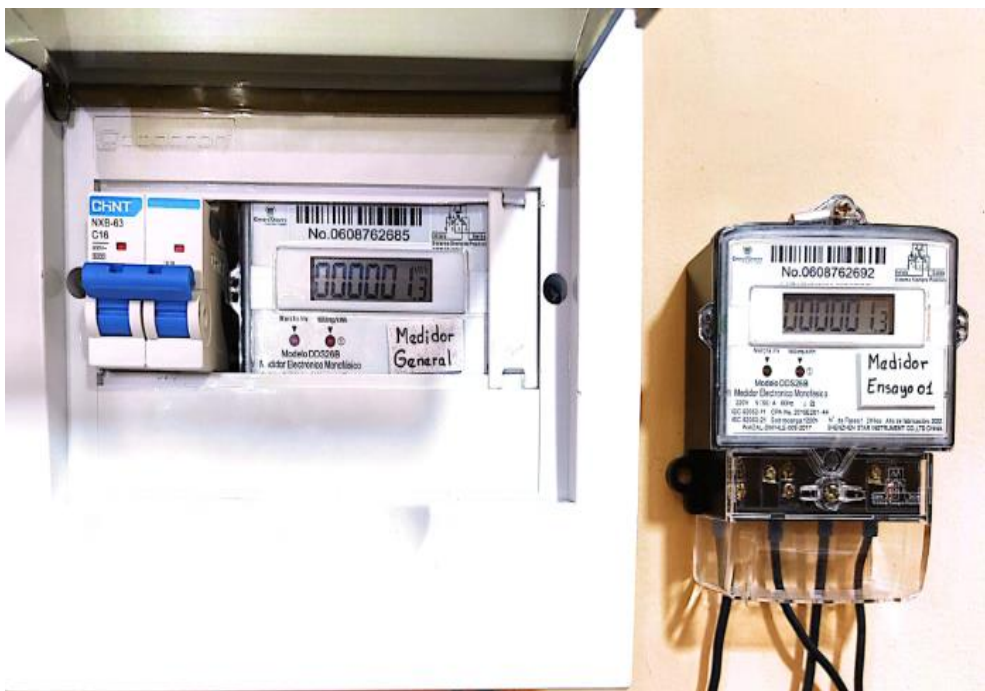
Anexo 11. Medición de consumo eléctrico por medidores digitales STAR.

Anexo 11.1

Inicio de los 10 ensayos de la cocina de inducción para 1 kg.



Al finalizar los ensayos de la cocina de inducción para 1 kg.

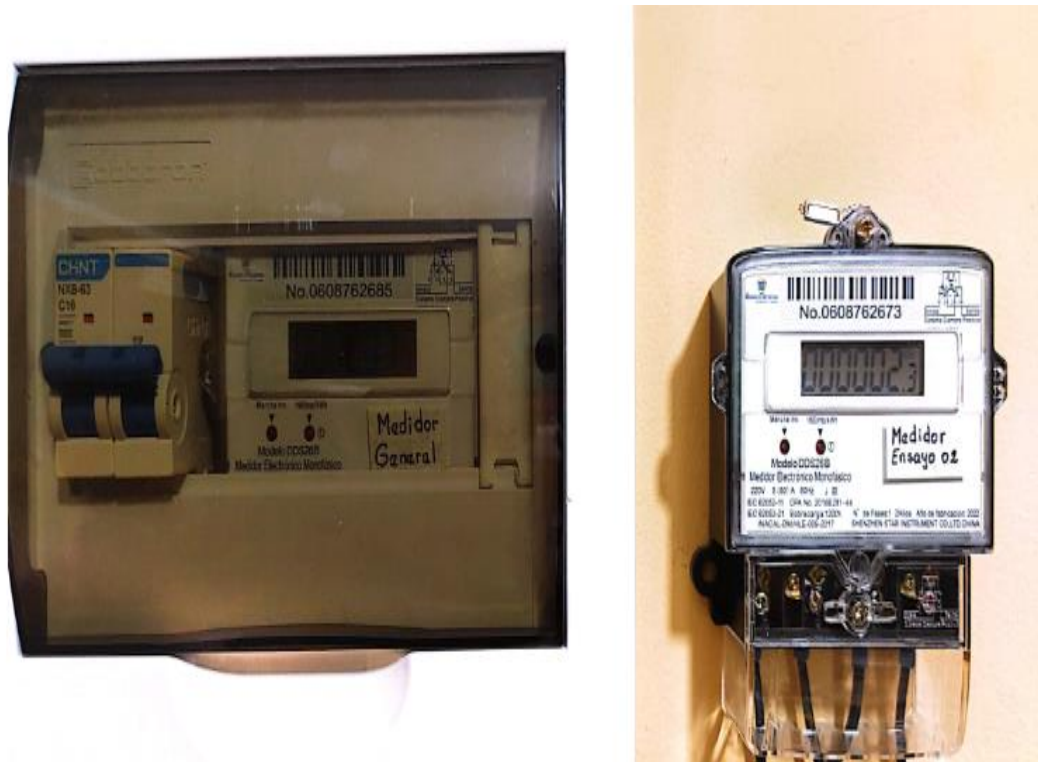


Anexo 11.2

Inicio de los 10 ensayos de la cocina de inducción para 2 kg.

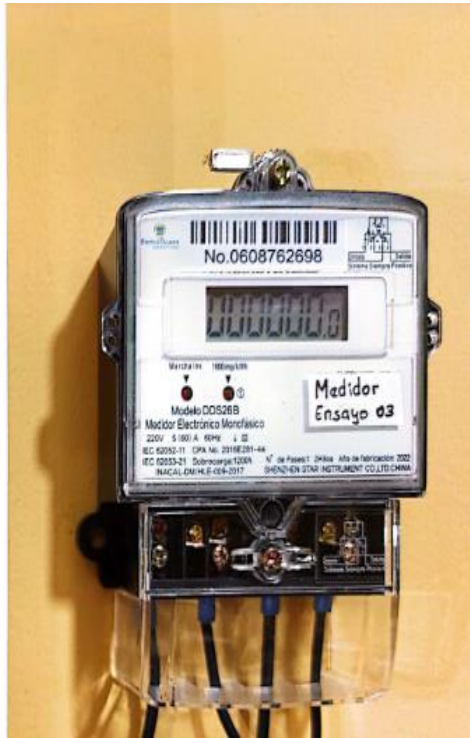


Al finalizar los 10 ensayos de la cocina de inducción para 2 kg.



Anexo 11.3

Inicio de los ensayos de la cocina de inducción para 3 kg.



Al finalizar los 10 ensayos de la cocina de inducción para 3 kg.



Anexo 12. Medición de consumo de GLP.

Anexo 12.1

Peso del GLP al inicio de los ensayos.



Anexo 12.2

Peso al finalizar los 10 ensayos de GLP para 1 kg de agua.



Anexo 12.3

Peso al finalizar los 10 ensayos de GLP para 2 kg de agua.



Anexo 12.4

Peso al finalizar los 10 ensayos de GLP para 3 kg de agua.



Anexo 13. Materiales para implementación del sistema de cocina de inducción y GLP

Anexo 13.1

Cocina de inducción Record de 2000 W.



- ✓ Modelo: REC-COINNE102
- ✓ Marca: RECORD cuenta con características distintivas que incluyen
- ✓ Tipo de material del cuerpo: poliuretano y vitrocerámica
- ✓ 10 funciones
- ✓ Diseño ultra delgado "Ultra Slim"
- ✓ Diámetro de utensilios de 12 a 22 cm
- ✓ Rango de temperatura de 60 °C a 240 °C
- ✓ Compatible con utensilios de acero inoxidable, acero esmaltado, y aluminio fundido con base de inducción.
- ✓ Posee una potencia de 2000 vatios.

Anexo 13.2

Ollas de inducción acero inoxidable de 3.8L.



- ✓ Dos ollas de inducción del modelo acero inoxidable MILENIUM
- ✓ Tapa acero N°22
- ✓ Fabricadas en acero inoxidable
- ✓ Ideales para cocinas de gas, eléctricas, vitrocerámicas e inducción.
- ✓ Tamaño de 32 cm x 20 cm x 25.2 cm
- ✓ Capacidad de 3.8 litros.

Anexo 13.3

Balanza digital Dival Premium



- ✓ Marca Dival Premium
- ✓ Peso máximo de 40 kg
- ✓ Precisión de 5 gramos
- ✓ Batería de 4 V

Anexo 13.4

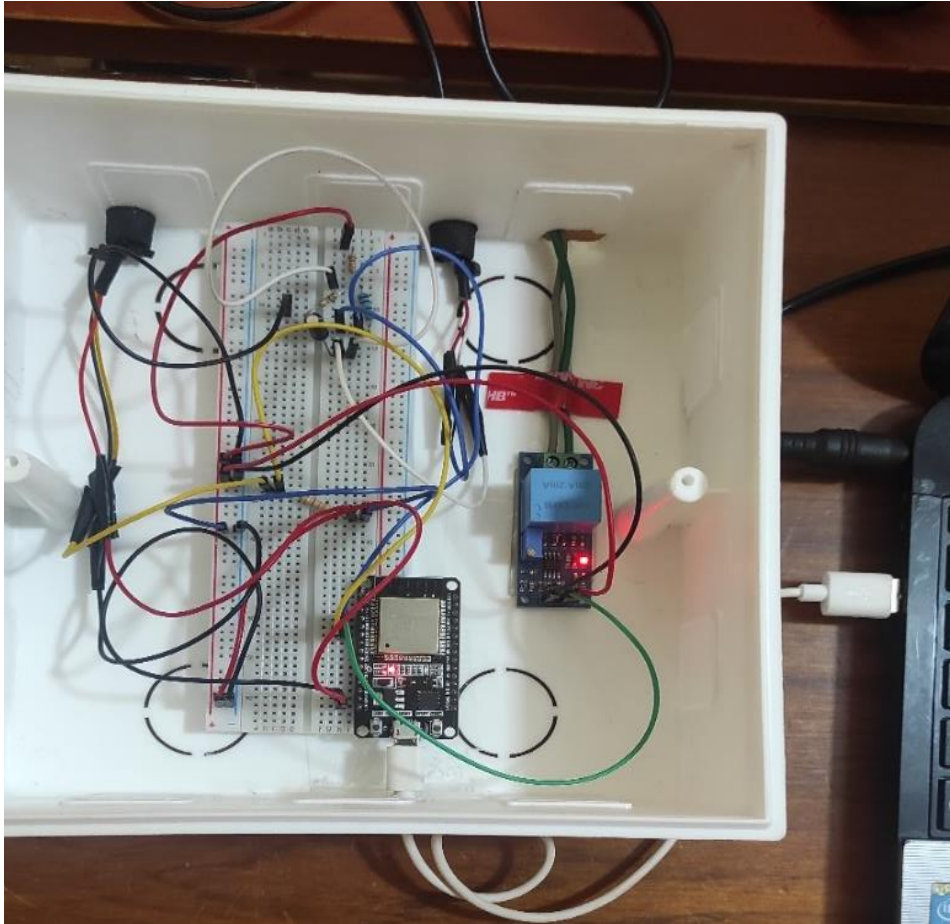
Tablero de control, protección y medición eléctrica para cocina de inducción.



- ✓ Tablero de 8 polos PVC
- ✓ Cables TW 14 AWG,
- ✓ Llave termomagnética de 2x16 Amp,
- ✓ Medidores de energía eléctrica monofásicos
- ✓ Conectores eléctricos,
- ✓ Extensión tipo SCHUKO 2x16 Amp L/t 250V
- ✓ Enchufe vertical tipo SCHUKO 2x16 Amp L/t 250V y
- ✓ Conector eléctrico automotriz

Anexo 13.5

Circuito de medición eléctrica AC + Temperatura por Arduino para cocina de inducción:

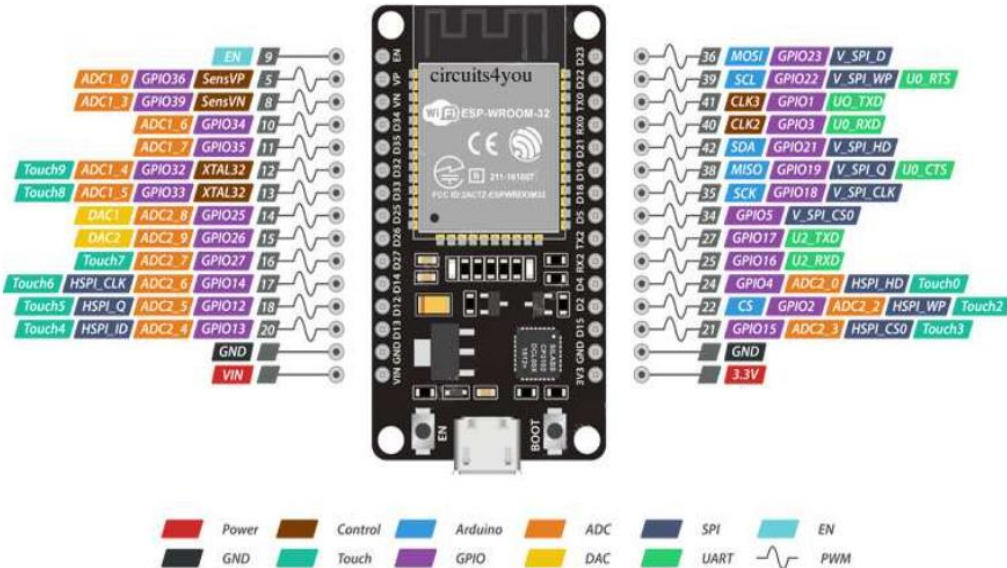


Compuesto por:

- ✓ Tarjeta NODEMC-32 30-PIN ESP32 WIFI
- ✓ Sensores de corriente (SCT-013-030 AC) y voltaje (ZMPT101B AC)
- ✓ Sensores de temperatura (DS18B20)
- ✓ Resistencia de 10 Kohm, 4.7 Kohm y 100 Ohm
- ✓ Condensador 10 uF
- ✓ Protoboard 830 y Cables de conexión.

Anexo 13.6

Tarjeta NODEMC-32 30-PIN ESP32 WIFI



Nota. Fuente: (Mechatronics, 2023)

- ✓ Voltaje de Alimentación (USB): 5V DC
- ✓ Voltaje de Entradas/Salidas: 3.3V DC
- ✓ Placa: ESP32 DEVKIT V1 (Espressif)
- ✓ CPU: Dual-Core Tensilica Xtensa LX6 (32 bit)
- ✓ Wifi: 802.11 b/g/n/e/i (802.11n @ 2.4 GHz hasta 150 Mbit/s)
- ✓ Bluetooth: v4.2 BR/EDR and Bluetooth Low Energy (BLE)
- ✓ Memoria: 448 Kbyte ROM, 520 KByte SRAM, 16 KByte SRAM in RTC, QSPI Flash/SRAM, 4 MBytes
- ✓ Pines Digitales GPIO: 24 (Algunos pines solo como entrada)
- ✓ Pines PWM: 16
- ✓ Pines Analógicos ADC: 18 (3.3V, 12bit: 4095, tipo SAR, ganancia programable)
- ✓ Conversor Digital a Analógico DAC: 2 (8bit)

Anexo 13.7

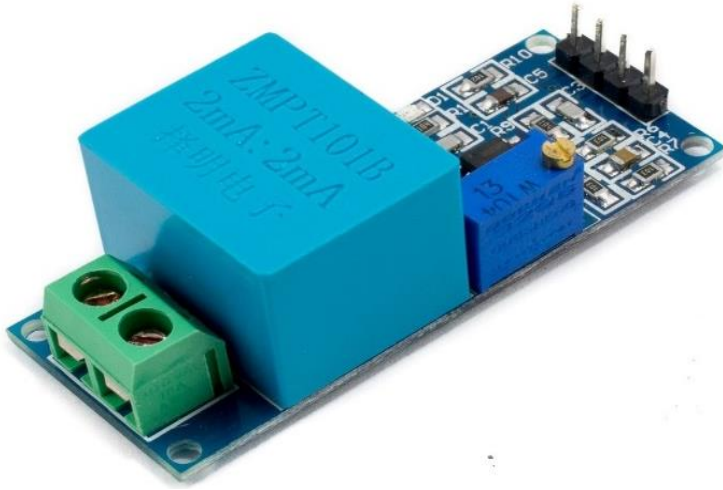
Sensor de corriente SCT-013-030 AC



- ✓ Modelo: SCT-013-030
- ✓ Rango de sensado de corriente: 0-30A RMS(AC)
- ✓ Rango de salida analógica (voltaje): 0-1V RMS (proporcional a la corriente a medir)
- ✓ Sensibilidad: 1V/30A
- ✓ No linealidad: $\pm 1\%$
- ✓ Resistencia (RL): 62Ω
- ✓ Turn Ratio: 1800:1
- ✓ Temperatura de operación: $-25^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$
- ✓ Fuerza dieléctrica (entre la carcasa y la salida): 1000V AC/1min 5mA
- ✓ Diámetro del cable conductor: 12mm máx.

Anexo 13.8

Sensor de voltaje ZMPT101B AC.



- ✓ Voltaje de alimentación (VCC): 3.3V - 5V DC
- ✓ Rango de sensado de Voltaje AC: 250VAC RMS máx.
- ✓ Rango de Salida Voltaje AC: Onda senoidal 5VAC máx (amplitud configurable en potenciómetro)
- ✓ Voltaje de desplazamiento de salida (offset): $VCC/2$ (2.5V para VCC:5V, 1.65V para VCC:3.3V)
- ✓ Propiedades del transformador ZMPT101B:
- ✓ Corriente nominal de entrada y salida: 2mA
- ✓ Precisión: 0.2%
- ✓ Aislamiento eléctrico entrada: hasta 3000V

Anexo 13.9

Cocina de GLP.



- ✓ Alto:94 cm Ancho: 60 cm Prof.: 58 cm
- ✓ 4 quemadores/24 pulgadas
- ✓ Tapa de vidrio templado recto
- ✓ Tablero de acero inoxidable
- ✓ Parrillas enlozadas
- ✓ Quemadores sellados
- ✓ Encendido eléctrico (quemadores)

Anexo 13.10

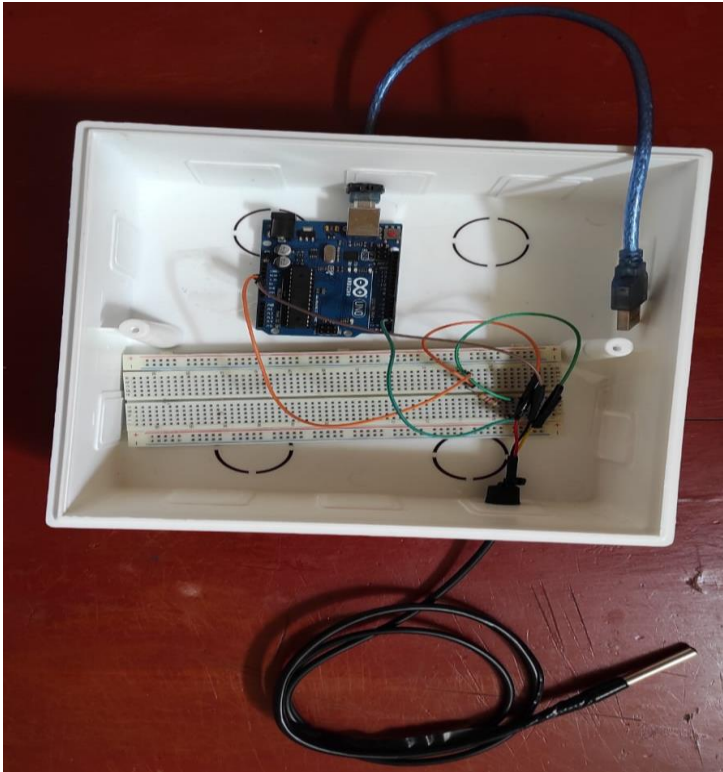
Sensores de temperatura DS18B20



- ✓ Voltaje de operación: 3.0V – 5.5V DC
- ✓ Rango de medición: -55°C hasta +125°C (-67°F a +257°F)
- ✓ Precisión en el rango de -10°C hasta +85°C: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$.
- ✓ Resolución ADC seleccionable de 9-12 bits
- ✓ Cables: Rojo (+VCC), Blanco (DATA 1-Wire), Negro (GND)
- ✓ Protocolo 1-Wire, solo necesita 1 pin para comunicarse
- ✓ Identificación única de 64 bits
- ✓ Cubierta de acero inoxidable de alta calidad, previene la oxidación de la sonda
- ✓ Sonda a prueba de agua

Anexo 13.11

Medición de temperatura con Arduino Uno para sistema de GLP



Este sistema está conformado por los siguientes componentes:

- ✓ ARDUBOARD UNO R3.
- ✓ Sensor de temperatura DS18B20.
- ✓ Protoboard 830.
- ✓ Resistencia de 4.7 Kohm.

Anexo 13.12

Tarjeta Arduino UNO R3



- ✓ Microcontrolador: ATmega328P (8-bit),
- ✓ Chip USB: ATmega16U2,
- ✓ Conector USB: Tipo B,
- ✓ Voltaje de operación: 5 VDC,
- ✓ Pines digitales I/O: 14 (6 salidas PWM),
- ✓ Entradas analógicas: 6 (ADC 10-bit),
- ✓ Memoria FLASH: 32KB (2KB usados por el Bootloader),
- ✓ Memoria SRAM: 2KB,
- ✓ Memoria EEPROM: 1KB

Anexo 14. *Panel Fotográfico*

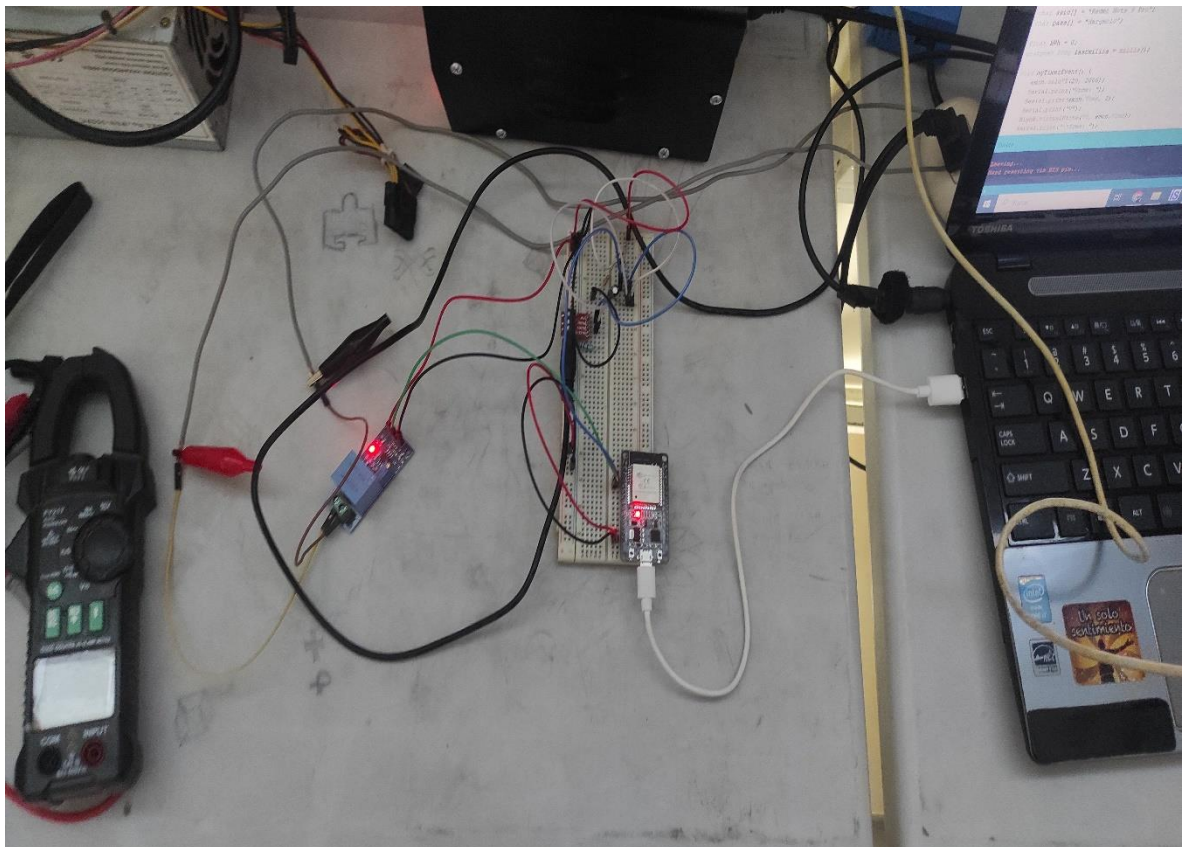
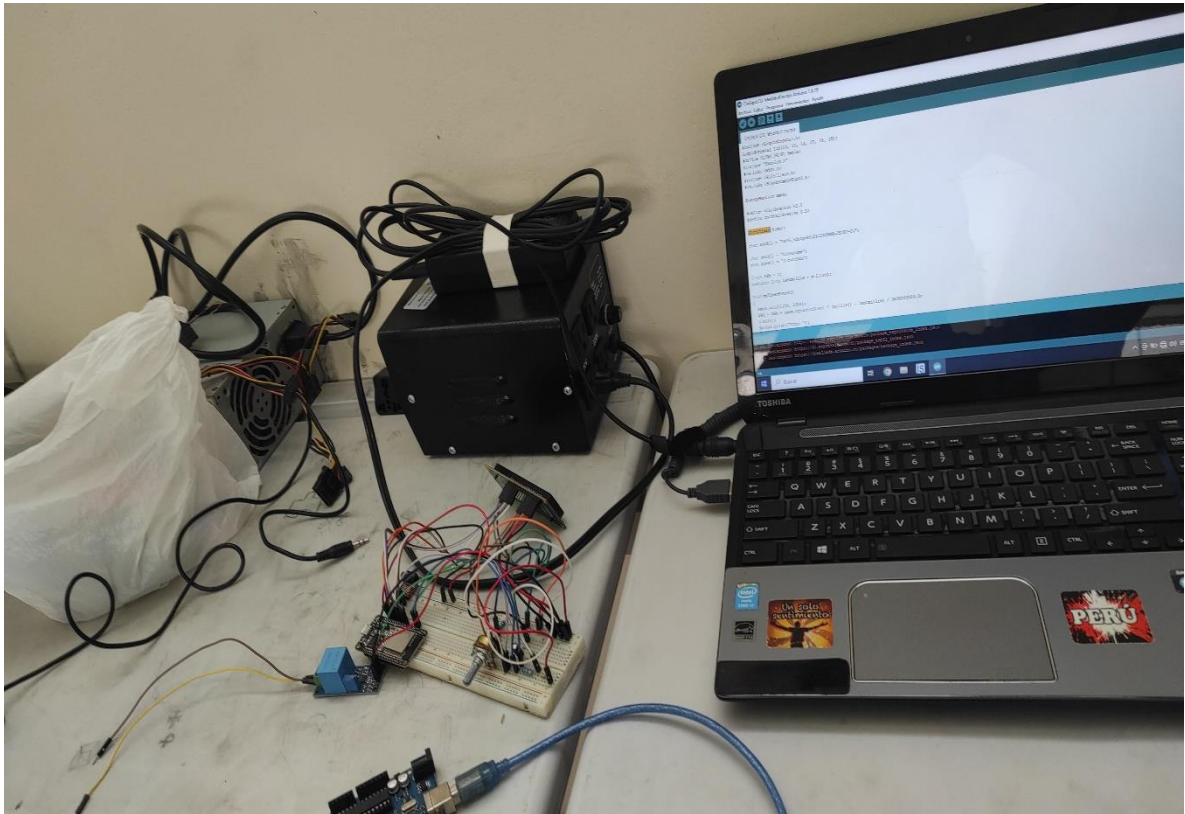
Equipo de trabajo de investigación conformado por autores y asesores.



Previa implementación de los sistemas de medición.



Elaboración de los códigos programables de los sistemas de medición.



Ensayos previos a la toma de dato finales del proyecto de investigación.

