



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
PEDRO RUIZ GALLO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

**TESIS**

**Para Optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**“Diseño de un sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad para mejorar el confort térmico en una vivienda de la ciudad de Santa Rosa – Chiclayo”**

**Autor:**

**Br. Carlos Daniel Vidaurre Ramirez**

**Asesor:**

**Dr. Ing. Daniel Carranza Montenegro**

**Fecha de Sustentación:**

**22-05-2026**

**LAMBAYEQUE – PERÚ**

**2026**



# **UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

## **TESIS**

**Para Optar el Título Profesional de:**

### **INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**“Diseño de un sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad para mejorar el confort térmico en una vivienda de la ciudad de Santa Rosa – Chiclayo”**

**Autor:**

**Bach. Carlos Daniel Vidaurre Ramirez**

**Aprobado por el Jurado Examinador**

**PRESIDENTE : M.Sc. Ing. Jony Villalobos Cabrera**  
**SECRETARIO : Dr. Ing. James Skinner Celada Padilla**  
**MIEMBRO : M.Sc. Ing. Robinson Tapia Asenjo**  
**ASESOR : Dr. Ing. Daniel Carranza Montenegro**

**LAMBAYEQUE – PERÚ**

**2026**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
PEDRO RUIZ GALLO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

**TESIS**


**TITULO:**

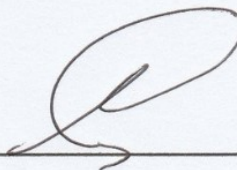
**“Diseño de un sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad para mejorar el confort térmico en una vivienda de la ciudad de Santa Rosa – Chiclayo”**

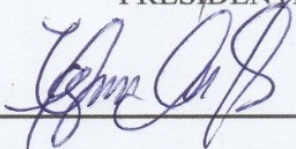
**CONTENIDOS**

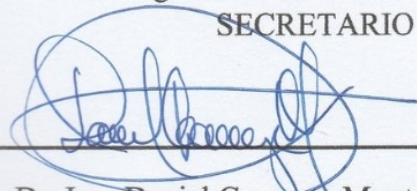
|                     |                                                       |
|---------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>CAPITULO I</b>   | <b>: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.</b>                   |
| <b>CAPITULO II</b>  | <b>: MARCO TEÓRICO.</b>                               |
| <b>CAPITULO III</b> | <b>: MARCO METODOLÓGICO.</b>                          |
| <b>CAPITULO IV</b>  | <b>: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.</b> |
| <b>CAPITULO V</b>   | <b>: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>              |

**Bach. Carlos Daniel Vidaurre Ramírez**

  
\_\_\_\_\_  
M.Sc. Ing. Jony Villalobos Cabrera  
PRESIDENTE

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Ing. James S. Celada Padilla  
SECRETARIO

  
\_\_\_\_\_  
M.Sc. Ing. Robinson Tapia Asenjo  
VOCAL

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Ing. Daniel Carranza Montenegro  
ASESOR

**LAMBAYEQUE – PERÚ**

**2026**



**ACTA DE SUSTENTACION N°0161-2026-FIME**



En la ciudad de Lambayeque, siendo las 11:00 a.m. del día viernes 22 de mayo 2026. Se reunieron los miembros del jurado, designados mediante Resolución N°077-2026-D-FIME-UNPRG, de fecha 15 de mayo 2026, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la Tesis, conformado por los siguientes catedráticos:

- |                                         |            |
|-----------------------------------------|------------|
| ▪ M.Sc. Ing. JONY VILLALOBOS CABRERA    | PRESIDENTE |
| ▪ Dr. Ing. JAMES SKINNER CELADA PADILLA | SECRETARIO |
| ▪ M.Sc. Ing. ROBINSON TAPIA ASENJO      | MIEMBRO    |
| ▪ Dr Ing. DANIEL CARRANZA MONTENEGRO    | ASESOR     |

Se recibió la Tesis titulada:


**"DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO BASADO EN TERMoeLECTRICIDAD PARA MEJORAR EL CONFORT TÉRMICO EN UNA VIVIENDA DE LA CIUDAD DE SANTA ROSA – CHICLAYO"**

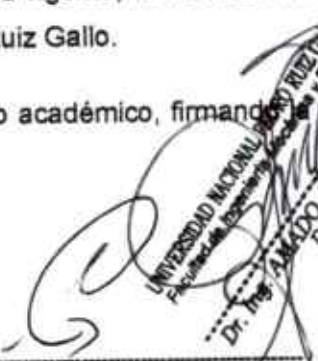
Presentada y sustentada por su autor, Bachiller: **VIDAURRE RAMIREZ CARLOS DANIEL**.

Finalizada la sustentación de la Tesis, el sustentante respondió las preguntas y observaciones de los miembros del jurado examinador, quienes procedieron a deliberar y acordaron otorgar el calificativo de **APROBADO**, Nota ( 16 ) en la escala vigesimal, mención Bueno. Quedando el sustentante apto para obtener el Título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, de acuerdo a la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.


Siendo las 11:50 del mismo día se da por concluido el acto académico, firmando presente acta el jurado respectivo:

  
M.Sc. Ing. JONY VILLALOBOS CABRERA  
PRESIDENTE

  
M.Sc. Ing. ROBINSON TAPIA ASENJO  
MIEMBRO

  
UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica  
Dr. Ing. AMADO AGUINAGA PAZ  
Decano

Dr. Ing. JAMES SKINNER CELADA PADILLA  
SECRETARIO

  
Dr. Ing. DANIEL CARRANZA MONTENEGRO  
ASESOR

**CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD**

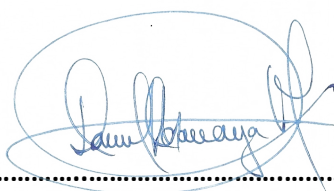
Yo, **Dr. Ing. Daniel Carranza Montenegro**, usuario revisor del documento titulado: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO BASADO EN TERMOELECTRICIDAD PARA MEJORAR EL CONFORT TÉRMICO EN UNA VIVIENDA DE LA CIUDAD DE SANTA ROSA - CHICLAYO”**.

Cuyo autor es, **Vidaurre Ramirez Carlos Daniel**, identificado con documento de identidad **N° 75462579** declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud de **12%**, verificable en el Resumen de Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque 27 de mayo del 2026



.....  
**DR. ING. DANIEL CARRANZA MONTENEGRO**

**DNI: 16477153**

**ASESOR**

Se adjunta:

\*Resumen del Reporte automático de similitudes

\*Recibo Digital

## REPORTE DEL TURNITIN

Diseño de un sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad para mejorar el confort térmico en una vivienda de la ciudad de Santa Rosa – Chiclayo



INFORME DE ORIGINALIDAD

Dr. Ing. Daniel Carranza Montenegro  
DNI: 16477153  
ASESOR

|                     |                     |               |                         |
|---------------------|---------------------|---------------|-------------------------|
| 12%                 | 11%                 | 4%            | 5%                      |
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

FUENTES PRIMARIAS

|    |                                                                              |     |
|----|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1  | repositorio.unprg.edu.pe<br>Fuente de Internet                               | 3%  |
| 2  | Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo<br>Trabajo del estudiante | 2%  |
| 3  | hdl.handle.net<br>Fuente de Internet                                         | 1%  |
| 4  | repositorio.autonoma.edu.pe<br>Fuente de Internet                            | 1%  |
| 5  | dspace.ups.edu.ec<br>Fuente de Internet                                      | <1% |
| 6  | repositorio.uap.edu.pe<br>Fuente de Internet                                 | <1% |
| 7  | alicia.concytec.gob.pe<br>Fuente de Internet                                 | <1% |
| 8  | Submitted to Universidad del Valle de Guatemala<br>Trabajo del estudiante    | <1% |
| 9  | dokumen.pub<br>Fuente de Internet                                            | <1% |
| 10 | repositorio.unprg.edu.pe:8080<br>Fuente de Internet                          | <1% |
| 11 | repositorio.unc.edu.pe<br>Fuente de Internet                                 | <1% |
| 12 | rehip.unr.edu.ar<br>Fuente de Internet                                       | <1% |
| 13 | www.coursehero.com<br>Fuente de Internet                                     | <1% |

oa.upm.es

|                                                                                                                                                                          |                                                                      |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------|
| 14                                                                                                                                                                       | Fuente de Internet                                                   | <1 % |
| 15                                                                                                                                                                       | Submitted to Universidad Cesar Vallejo<br>Trabajo del estudiante     | <1 % |
| 16                                                                                                                                                                       | Submitted to Universidad San Marcos<br>Trabajo del estudiante        | <1 % |
| 17                                                                                                                                                                       | repositorio.upagu.edu.pe<br>Fuente de Internet                       | <1 % |
| 18                                                                                                                                                                       | Submitted to Filial Sicuani<br>Trabajo del estudiante                | <1 % |
| 19                                                                                                                                                                       | aireacondicionado.diaonia.com<br>Fuente de Internet                  | <1 % |
| 20                                                                                                                                                                       | vsip.info<br>Fuente de Internet                                      | <1 % |
| 21                                                                                                                                                                       | tesis.usat.edu.pe<br>Fuente de Internet                              | <1 % |
| <br><b>Dr. Ing. Daniel Carranza Montenegro</b><br><b>DNI: 16477153</b><br><b>ASESOR</b> |                                                                      |      |
| 22                                                                                                                                                                       | es.scribd.com<br>Fuente de Internet                                  | <1 % |
| 23                                                                                                                                                                       | repositorio.unitec.edu<br>Fuente de Internet                         | <1 % |
| 24                                                                                                                                                                       | repositorio.utea.edu.pe<br>Fuente de Internet                        | <1 % |
| 25                                                                                                                                                                       | Submitted to Universidad Autonoma de Chile<br>Trabajo del estudiante | <1 % |
| 26                                                                                                                                                                       | repositorio.udch.edu.pe:4000<br>Fuente de Internet                   | <1 % |
| 27                                                                                                                                                                       | repositorio.uwiener.edu.pe<br>Fuente de Internet                     | <1 % |

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo

## RECIBO DEL TURNITIN



### Recibo digital




**Dr. Ing. Daniel Carranza Montenegro**  
**DNI: 16477153**  
**ASESOR**


Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Carlos Daniel Vidaurre Ramirez  
Título del ejercicio: Quick Submit  
Título de la entrega: Diseño de un sistema de aire acondicionado basado en termo...  
Nombre del archivo: INFORME\_DE\_TESIS\_FINAL-BACH.\_VIDAURRE\_RAMIREZ\_CARLO...  
Tamaño del archivo: 2.85M  
Total páginas: 78  
Total de palabras: 12,593  
Total de caracteres: 72,891  
Fecha de entrega: 08-may-2026 09:52p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega: 2956522784



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
PEDRO RUIZ GALLO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

**TESIS**  
Para Optar el Título Profesional de:  
**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

"Diseño de un sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad para mejorar el confort térmico en una vivienda de la ciudad de Santa Rosa - Chiclayo"

Autor:

**Br. Carlos Daniel Vidaurre Ramirez**

Asesor:

**Dr. Ing. Daniel Carranza Montenegro**

**LAMBAYEQUE – PERÚ**  
2026

## **DEDICATORIA**

Dedico la presente tesis, en primer lugar, a Dios, por concederme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar satisfactoriamente esta etapa académica.

A mis padres, Oscar Vidaurre y Lili Ramírez, por su apoyo incondicional, esfuerzo constante y valores inculcados a lo largo de mi formación. Su ejemplo y dedicación han sido fundamentales para alcanzar este logro.

Bach. Carlos Daniel Vidaurre Ramirez

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por permitirme llegar hasta este momento y por darme la sabiduría y fortaleza necesarias para superar cada desafío durante el desarrollo de esta investigación.

Expreso mi sincero agradecimiento a mi asesor, el Dr. Ing. Daniel Carranza Montenegro, por su orientación, conocimientos y apoyo brindado durante la elaboración de la tesis, los cuales fueron fundamentales para el desarrollo del presente trabajo.

Asimismo, agradezco a los docentes de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, por su formación académica y por contribuir a mi desarrollo profesional.

Finalmente, agradezco a mi familia por su apoyo constante, comprensión y motivación, siendo el principal soporte para alcanzar este importante logro.

Bach. Carlos Daniel Vidaurre Ramirez

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo diseñar un sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad para mejorar el confort térmico en una vivienda de la ciudad de Santa Rosa – Chiclayo, mediante su aplicación localizada en una cuna de recién nacido.

El estudio surge ante las altas temperaturas registradas en temporada de verano, que pueden alcanzar hasta 35 °C, afectando especialmente a los recién nacidos por su limitada capacidad de termorregulación. La metodología fue de tipo aplicada y diseño no experimental, orientada al análisis de la carga térmica, dimensionamiento de componentes y evaluación técnica, energética, económica y ambiental del sistema propuesto. Como resultado, se determinó una carga térmica de diseño de 130 W y se seleccionaron cinco módulos termoeléctricos TEC1-12706, con una capacidad total de enfriamiento de 150 W. El sistema presentó una potencia total de 386 W, un consumo mensual estimado de 92,7 kWh y un coeficiente de desempeño de 0,39. En la evaluación económica se obtuvo una inversión inicial de S/. 1 270, un VAN de S/. 1 389, una TIR de 42 % y un periodo de recuperación de 1,9 años. Se concluye que la propuesta es técnica, económica y ambientalmente viable.

**Palabras clave:** termoelectricidad, módulos Peltier, confort térmico, carga térmica, eficiencia energética.

## **ABSTRACT**

The objective of this research was to design a thermoelectric air conditioning system to improve thermal comfort in a household located in Santa Rosa – Chiclayo through its localized application in a newborn's crib.

The study was motivated by high summer temperatures of up to 35 °C, which particularly affect newborns due to their limited thermoregulatory capacity. The methodology was applied in nature and used a non-experimental design, focused on thermal load analysis, component sizing, and the technical, energy, economic, and environmental evaluation of the proposed system. The results showed a design thermal load of 130 W, for which five TEC1-12706 thermoelectric modules were selected, providing a total cooling capacity of 150 W. The system presented a total electrical power of 386 W, an estimated monthly energy consumption of 92.7 kWh, and a coefficient of performance of 0.39. The economic evaluation showed an initial investment of S/. 1,270, a net present value of S/. 1,389, an internal rate of return of 42%, and a payback period of 1.9 years. It is concluded that the proposed system is technically, economically, and environmentally viable.

**Keywords:** thermoelectricity, Peltier modules, thermal comfort, thermal load, energy efficiency.

## ÍNDICE

|                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>DEDICATORIA.....</b>                                                   | <b>9</b>  |
| <b>AGRADECIMIENTO .....</b>                                               | <b>10</b> |
| <b>RESUMEN .....</b>                                                      | <b>11</b> |
| <b>ABSTRACT.....</b>                                                      | <b>12</b> |
| <b>INTRODUCCIÓN .....</b>                                                 | <b>16</b> |
| <b>CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>                        | <b>19</b> |
| 1.1. Realidad Problemática .....                                          | 19        |
| 1.2. Formulación del Problema.....                                        | 24        |
| 1.3. Delimitación de la Investigación .....                               | 24        |
| 1.4. Justificación e Importancia del estudio.....                         | 25        |
| 1.5. Limitaciones de la Investigación .....                               | 27        |
| 1.6. Objetivos de estudio.....                                            | 28        |
| <b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>                                   | <b>30</b> |
| 2.1. Antecedentes de Estudios .....                                       | 30        |
| 2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado ..... | 37        |
| <b>CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO .....</b>                             | <b>41</b> |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación .....                                 | 41        |
| 3.2. Población y muestra.....                                             | 41        |
| 3.3. Hipótesis .....                                                      | 42        |

|                                                                    |                                                                                                                                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.4.                                                               | Variables - Operacionalización.....                                                                                                                                          | 42        |
| 3.5.                                                               | Métodos y Técnicas de investigación .....                                                                                                                                    | 45        |
| 3.6.                                                               | Descripción de los instrumentos utilizados .....                                                                                                                             | 45        |
| 3.7.                                                               | Análisis Estadístico e interpretación de los datos .....                                                                                                                     | 45        |
| <b>CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS...</b> |                                                                                                                                                                              | <b>48</b> |
| 4.1.                                                               | Carga térmica del microambiente de una cuna de recién nacido ubicada en una vivienda de la ciudad de Santa Rosa – Chiclayo .....                                             | 48        |
| 4.2.                                                               | Dimensionamiento de los componentes del sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad de acuerdo con los requerimientos térmicos de la cuna.....                 | 50        |
| 4.3.                                                               | Rendimiento técnico y energético del sistema termoeléctrico propuesto para su aplicación localizada en la cuna de recién nacido .....                                        | 55        |
| 4.4.                                                               | Indicadores económicos y de rentabilidad de la implementación del sistema de aire acondicionado termoeléctrico en el contexto de una vivienda.....                           | 60        |
| 4.5.                                                               | Estimación del impacto ambiental de la propuesta, considerando la variación del consumo energético y la reducción potencial de emisiones indirectas de CO <sub>2</sub> ..... | 66        |
| <b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>            |                                                                                                                                                                              | <b>70</b> |
| 5.1.                                                               | Conclusiones .....                                                                                                                                                           | 70        |
| 5.2.                                                               | Recomendaciones .....                                                                                                                                                        | 71        |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS.....</b>                              |                                                                                                                                                                              | <b>73</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                                                 |                                                                                                                                                                              | <b>75</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1:</b> <i>Operacionalización de variables</i> .....         | 43 |
| <b>Tabla 2:</b> <i>Componentes del sistema termoeléctrico</i> .....  | 55 |
| <b>Tabla 3:</b> <i>Tabla resumen de resultados</i> .....             | 59 |
| <b>Tabla 4:</b> <i>Tabla de inversión inicial (CAPEX)</i> .....      | 61 |
| <b>Tabla 5:</b> <i>Flujo de caja</i> .....                           | 62 |
| <b>Tabla 6:</b> <i>Tabla resumen de indicadores económicos</i> ..... | 64 |
| <b>Tabla 7:</b> <i>Comparación técnica directa</i> .....             | 65 |

## INTRODUCCIÓN

El confort térmico constituye una condición esencial para la salud, el bienestar y la calidad de vida de las personas, especialmente en espacios interiores expuestos a elevadas temperaturas ambientales. En las viviendas ubicadas en zonas cálidas de la costa norte del Perú, como la ciudad de Santa Rosa – Chiclayo, durante la temporada de verano se registran temperaturas que pueden alcanzar hasta los **35 °C**, generando condiciones de discomfort térmico que afectan el descanso, la estabilidad fisiológica y el uso adecuado de los ambientes domésticos. Esta problemática adquiere especial importancia cuando involucra a poblaciones vulnerables, como los recién nacidos, quienes presentan limitada capacidad de termorregulación y mayor sensibilidad frente a las variaciones térmicas. En este contexto, la cuna representa el microambiente inmediato donde el recién nacido permanece gran parte del tiempo, por lo que sus condiciones térmicas influyen directamente en su bienestar.

En el entorno domiciliario, las soluciones convencionales de climatización no siempre responden de manera eficiente a las necesidades térmicas de espacios reducidos como una cuna. La ventilación natural y el uso de ventiladores resultan insuficientes para mantener una temperatura estable, mientras que los equipos de aire acondicionado por compresión están diseñados para climatizar habitaciones completas, lo cual implica mayores potencias instaladas, elevados consumos de energía y mayores costos de operación. Esta situación conduce a un uso poco eficiente de la energía, ya que se acondiciona un volumen considerablemente mayor al requerido por el recién nacido. En consecuencia, surge la necesidad de desarrollar alternativas de **climatización localizada**, técnicamente viables, energéticamente más eficientes y económicamente accesibles, orientadas específicamente al control térmico del microambiente de la cuna dentro de una vivienda.

Dentro de estas alternativas, la **termoelectricidad** representa una opción tecnológica de interés para aplicaciones de pequeña escala, debido a que permite producir enfriamiento mediante módulos Peltier sin utilizar refrigerantes convencionales, con una estructura compacta, operación a bajo voltaje y facilidad de integración con sistemas de control automático. Si bien su eficiencia energética es inferior a la de los sistemas tradicionales por compresión de vapor, su empleo puede ser pertinente en aplicaciones donde la demanda térmica es reducida y el objetivo principal es climatizar un micro volumen específico. Por ello, la presente investigación plantea el diseño de un sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad aplicado a una cuna de recién nacido, manteniendo como contexto de aplicación una vivienda ubicada en la ciudad de Santa Rosa – Chiclayo.

La investigación tuvo como objetivo diseñar un sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad para mejorar el confort térmico en una vivienda de la ciudad de Santa Rosa – Chiclayo, mediante su aplicación localizada en una cuna de recién nacido. Para alcanzar este propósito, se determinó la carga térmica del microambiente intervenido, se dimensionaron los componentes del sistema termoeléctrico, se evaluó su rendimiento técnico y energético, se calcularon los indicadores económicos de rentabilidad y se estimó su impacto ambiental. Los resultados obtenidos permitieron valorar la factibilidad de una propuesta orientada al confort térmico infantil y al uso eficiente de la energía en el ámbito domiciliario.

La presente tesis se encuentra estructurada en cinco capítulos. En el **Capítulo I** se desarrolla el problema de investigación, la formulación del problema, la delimitación, la justificación, las limitaciones y los objetivos del estudio. En el **Capítulo II** se presentan los antecedentes y las bases teóricas relacionadas con el confort térmico, la transferencia de calor, la carga térmica, la termoelectricidad, el efecto Peltier, la eficiencia energética y el

impacto ambiental. En el **Capítulo III** se expone el marco metodológico, incluyendo el tipo y diseño de investigación, población y muestra, hipótesis, variables, técnicas, instrumentos y análisis estadístico. En el **Capítulo IV** se presentan y analizan los resultados del diseño y evaluación del sistema termoeléctrico propuesto. Finalmente, en el **Capítulo V** se exponen las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación.

## CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

La mejora del confort térmico en una vivienda en ciudad es sumamente importante porque impacta directamente la calidad de vida y salud de sus habitantes, influye en la eficiencia energética y contribuye a la reducción del impacto ambiental, como el calentamiento global. En esencia, dado que las personas pasan la mayor parte del tiempo en espacios cerrados, mantener condiciones térmicas adecuadas es fundamental para el bienestar físico y mental. Además, un buen confort térmico puede disminuir la necesidad del uso excesivo de sistemas de climatización mecánicos, lo que conlleva ahorros energéticos y económicos, y reduce emisiones contaminantes. En la tesis sobre viviendas en el centro histórico de Iquitos (clima tropical), se señala que mejorar el confort térmico mediante estrategias adaptadas al clima (como maximizar la ventilación natural y minimizar la exposición al calor) mejora la calidad de vida y reduce las emisiones contaminantes. También se destaca el papel de la arquitectura para crear ambientes confortables y sostenibles que satisfacen necesidades físicas y emocionales (Aspajo Tomasto, 2023). En un estudio realizado en la ciudad andina de Huaraz, se mejoró el confort térmico en viviendas mediante el aprovechamiento de la energía solar pasiva, logrando ambientes con temperaturas confortables y un significativo ahorro energético, lo que repercute positivamente en la salud y calidad de vida de los ocupantes (Silva Lindo & Depaz Blácido, 2016). Otra investigación en el distrito de Calana (Tacna) resalta que el confort térmico depende de múltiples factores y que integrar tecnología solar pasiva y materiales locales puede generar viviendas climatizadas sostenibles, con beneficios económicos, sociales y ecológicos, además de aportar al bienestar de sus habitantes y a la sostenibilidad (Sánchez Cortez, 2020). También en contextos de vivienda social multifamiliar en climas cálidos, estudios indican que mejorar la resistencia térmica de

materiales y promover ventilación cruzada contribuye a reducir la necesidad de climatización mecánica, lo que mejora la habitabilidad y reduce el consumo energético y emisiones de gases efecto invernadero (Calderón Uribe, 2019).

La problemática de mejorar el confort térmico en viviendas urbanas a nivel mundial, según tesis y artículos científicos, incluye varios retos importantes: En viviendas sociales multifamiliares, especialmente en climas cálidos, el consumo energético dedicado a la climatización activa es muy alto debido a construcciones con baja resistencia térmica, lo que genera insatisfacción térmica y aumenta costos y emisiones contaminantes. Por ejemplo, en Colombia se reportó un incremento del 30% en el consumo residencial por climatización entre 2010 y 2018. La falta de aislamiento adecuado y protección solar en las fachadas y techos contribuye a este problema (Giraldo Castañeda & Daniel Czajkowski, 2021). El uso de materiales con baja capacidad aislante y la carencia de técnicas pasivas de protección térmica (como barreras radiantes, ventilación natural adecuada o colores que reduzcan la absorción solar) están asociados a condiciones térmicas desfavorables en las viviendas (Giraldo Castañeda & Daniel Czajkowski, 2021) . Las soluciones pasivas propuestas para mejorar el confort térmico (mayor aislamiento, protección solar, ventilación cruzada) pueden implicar costos adicionales en la construcción, lo que dificulta su implementación masiva, aunque estudios han demostrado que se pueden recuperar en algunos años con el ahorro energético generado (Giraldo Castañeda & Daniel Czajkowski, 2021).

La problemática de mejorar el confort térmico en viviendas urbanas en Perú, según tesis y artículos científicos, incluye varios desafíos significativos: En asentamientos precarios del Callao, las viviendas presentan condiciones térmicas deficientes debido a malas propiedades térmicas en la construcción, afectando la calidad de vida y la sensación de bienestar de sus pobladores. Se proponen metodologías para caracterizar la temperatura

de neutralidad y zonas de confort según el contexto local para tomar decisiones de mejora (Hidalgo López, 2022). En viviendas altoandinas del Apurímac, el clima frío y las heladas representan un gran desafío. La investigación concluye que las estrategias pasivas de calefacción, como tragaluces cenitales, invernaderos adosados, captación solar y aislamiento, pueden incrementar la temperatura interior hasta en 10°C, mejorando sustancialmente el confort. En zonas rurales como Acora (Puno), las construcciones artesanales tradicionales tienen grandes pérdidas y ganancias térmicas no equilibradas, mientras que viviendas con diseño bioclimático reducen estas pérdidas y mejoran la habitabilidad, mostrando la necesidad de propuestas constructivas adaptadas (Flores Gomez, 2023).

En la ciudad de Santa Rosa – Chiclayo, durante la temporada de verano se registran temperaturas ambientales que pueden alcanzar hasta los 35 °C, generando condiciones de disconfort térmico en las viviendas. Dentro de este contexto, los recién nacidos constituyen una población altamente vulnerable, debido a que permanecen varias horas al día en espacios reducidos como la cuna y presentan limitada capacidad fisiológica para regular su temperatura corporal. En consecuencia, el microambiente térmico de la cuna adquiere especial relevancia, ya que temperaturas elevadas pueden ocasionar sudoración excesiva, irritabilidad, alteración del sueño, sarpullido y otras molestias asociadas al calor. En las viviendas de Santa Rosa, el acondicionamiento térmico suele resolverse con ventilación natural, ventiladores o equipos de aire acondicionado convencional. Sin embargo, estas alternativas no siempre resultan adecuadas para el control específico de la temperatura en la cuna. La ventilación natural y los ventiladores no garantizan un enfriamiento estable ni uniforme, mientras que un aire acondicionado convencional demanda aproximadamente entre 1 000 y 1 100 W de potencia eléctrica para climatizar un ambiente completo, aun cuando el volumen que realmente requiere acondicionamiento es mucho menor. Esta

condición genera un uso poco eficiente de la energía, ya que se climatiza toda la habitación en lugar del microespacio ocupado por el recién nacido. Frente a esta problemática, el diseño de una solución de climatización localizada permitiría atender únicamente el microambiente de la cuna. De acuerdo con la propuesta técnica desarrollada, la carga térmica estimada para dicho espacio es del orden de 100 a 120 W, adoptándose una carga de diseño de 130 W para fines de dimensionamiento. Asimismo, el sistema termoeléctrico propuesto presenta una capacidad de enfriamiento de 150 W, una potencia total aproximada de 386 W y un consumo mensual estimado de 92,7 kWh, valores significativamente menores a los de un sistema convencional de aire acondicionado para habitación completa. Esto evidencia la necesidad de replantear el enfoque de climatización en el contexto domiciliario, pasando de un acondicionamiento integral de la vivienda a una climatización localizada y energéticamente más eficiente en la cuna del recién nacido. Pese a ello, en el ámbito local no se dispone de propuestas técnicamente estructuradas que integren criterios de carga térmica, selección de módulos termoeléctricos, control de temperatura, evaluación energética y viabilidad económica para su aplicación específica en cunas dentro de viviendas. Por tanto, persiste la necesidad de diseñar un sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad que permita mejorar el confort térmico del recién nacido, manteniendo como contexto de aplicación la vivienda y como unidad específica de intervención la cuna.

La situación problemática descrita se origina por la convergencia de factores climáticos, fisiológicos, tecnológicos, energéticos y socioeconómicos. En primer lugar, destacan las **condiciones climáticas** de la ciudad de Santa Rosa – Chiclayo, donde durante la temporada de verano la temperatura ambiente puede alcanzar hasta **35 °C**, generando acumulación de calor al interior de las viviendas y afectando el confort térmico de sus ocupantes. En segundo lugar, intervienen **factores fisiológicos propios del recién nacido**,

ya que esta población presenta limitada capacidad de termorregulación, mayor sensibilidad a las variaciones térmicas y mayor vulnerabilidad frente a la exposición prolongada al calor. Esto hace que el microambiente de la cuna requiera condiciones térmicas más controladas que el resto de la vivienda. En tercer lugar, existen **factores tecnológicos y funcionales**, debido a que en las viviendas no se dispone de sistemas de climatización localizada específicamente diseñados para cunas de recién nacidos. Las alternativas de uso común, como la ventilación natural, los ventiladores o los equipos de aire acondicionado convencionales, no responden de manera eficiente al acondicionamiento de un micro volumen, pues o bien no logran controlar la temperatura de forma estable, o climatizan ambientes completos cuando solo se requiere intervenir un espacio reducido. Asimismo, influyen **factores energéticos y económicos**, ya que un aire acondicionado convencional demanda aproximadamente entre **1 000 y 1 100 W** de potencia para acondicionar una habitación completa, lo cual incrementa el consumo eléctrico y el gasto familiar. Esta situación limita su uso continuo en hogares de ingresos medios y bajos, generando una barrera para acceder a condiciones adecuadas de confort térmico en el entorno inmediato del recién nacido. Finalmente, se suman **factores de investigación y desarrollo**, puesto que en el ámbito local existe escasa aplicación de sistemas termoeléctricos orientados al control térmico de cunas en entornos domiciliarios, lo que evidencia una falta de soluciones técnicas validadas para este tipo de necesidad específica.

Si no se implementa una solución adecuada de climatización localizada en el microambiente de la cuna, persistirán condiciones de disconfort térmico que afectarán directamente al recién nacido, pudiendo generar sudoración excesiva, irritabilidad, alteraciones del sueño, sarpullido, irritaciones cutáneas y mayor riesgo de estrés térmico. Estas condiciones repercuten negativamente en su bienestar y en la calidad del descanso durante una etapa de alta sensibilidad fisiológica. Además, las familias continuarán

dependiendo de sistemas convencionales de climatización para acondicionar habitaciones completas, lo que ocasionará un uso ineficiente de la energía eléctrica, ya que se estaría enfriando un volumen mucho mayor al realmente necesario. Esto mantendrá elevados los costos de operación en el hogar y reducirá la accesibilidad de una solución térmica permanente para el recién nacido. Desde el punto de vista técnico y ambiental, la ausencia de una alternativa de climatización localizada impedirá aprovechar tecnologías de menor escala como la termoelectricidad, manteniendo esquemas de climatización menos eficientes y con mayor consumo energético. Como consecuencia, también se sostendrá una mayor emisión indirecta de CO<sub>2</sub> asociada al uso de equipos convencionales de mayor potencia. En el plano académico y tecnológico, no abordar este problema significa desaprovechar la oportunidad de desarrollar una propuesta innovadora aplicable a microambientes domiciliarios, limitando la generación de conocimiento en sistemas de climatización localizada para poblaciones vulnerables como los recién nacidos.

## **1.2. Formulación del Problema**

¿Es posible mejorar el confort térmico en una vivienda de la ciudad de Santa Rosa – Chiclayo mediante el diseño de un sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad aplicado al microambiente de una cuna de recién nacido?

## **1.3. Delimitación de la Investigación**

La presente investigación se delimita espacialmente en una vivienda ubicada en la ciudad de Santa Rosa, distrito de Santa Rosa, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, por tratarse de una zona con temperaturas elevadas durante la época de verano que afectan las condiciones de confort térmico al interior del hogar. En este contexto, la aplicación específica del estudio se centra en una cuna de recién nacido, considerada como la unidad principal de intervención térmica.

En el aspecto temporal, la investigación se desarrollará durante el periodo 2026,

comprendiendo la recopilación de información climática, el análisis de la carga térmica, el dimensionamiento del sistema termoeléctrico y la evaluación técnica, energética, económica y ambiental de la propuesta.

En la delimitación temática, el estudio se enfoca en el diseño de un sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad para climatización localizada, orientado a mejorar el confort térmico del microambiente de una cuna de recién nacido dentro de una vivienda. Se analizarán variables como carga térmica, selección de módulos Peltier, consumo energético, control de temperatura, rentabilidad económica y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. No se abordará el diseño de sistemas de climatización para viviendas completas ni el desarrollo de equipos médicos hospitalarios como incubadoras neonatales.

En la delimitación poblacional, la población está constituida por las viviendas de la ciudad de Santa Rosa que presentan condiciones térmicas desfavorables durante la temporada de verano, mientras que la muestra corresponde a una cuna de recién nacido ubicada dentro de una vivienda seleccionada, sobre la cual se desarrollará el diseño y evaluación del sistema propuesto.

En la delimitación técnica, la investigación comprende el análisis de un sistema de climatización localizada conformado por módulos termoeléctricos, disipadores, ventiladores, fuente de alimentación y controlador térmico, sin incluir producción industrial a gran escala, ensayos clínicos en recién nacidos ni certificación comercial del prototipo.

#### **1.4. Justificación e Importancia del estudio**

La presente investigación se justifica debido a la necesidad de mejorar el confort térmico de los recién nacidos en la ciudad de Santa Rosa, Lambayeque, donde durante la época de verano se registran temperaturas elevadas que generan condiciones de discomfort, afectando especialmente a esta población vulnerable. Los bebés, por su limitada capacidad

de regulación térmica, son más propensos a sufrir alteraciones en su bienestar físico, tales como irritaciones cutáneas, sarpullido, sudoración excesiva y trastornos del sueño, lo que hace necesario plantear soluciones tecnológicas orientadas a controlar la temperatura en su entorno inmediato.

Desde el punto de vista técnico, el estudio es importante porque propone el diseño de un sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad, aplicado a una cuna de bebé, como alternativa de climatización localizada. Esta propuesta permite analizar parámetros de ingeniería tales como carga térmica, capacidad de enfriamiento, consumo energético, selección de módulos termoeléctricos y control de temperatura, constituyendo un aporte al desarrollo de soluciones innovadoras en la especialidad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

Desde el punto de vista económico, la investigación se justifica porque busca una alternativa de climatización de menor consumo energético frente a los sistemas de aire acondicionado convencionales, los cuales climatizan ambientes completos y generan mayores gastos de electricidad. En ese sentido, el sistema propuesto pretende optimizar el uso de energía al enfocar el enfriamiento únicamente en el microambiente de la cuna, favoreciendo la reducción de costos de operación en los hogares.

Desde la perspectiva social, la importancia del estudio radica en que contribuye a mejorar las condiciones de bienestar y confort de los recién nacidos, ofreciendo una solución que puede beneficiar a familias de zonas cálidas, especialmente aquellas que no cuentan con recursos suficientes para instalar o mantener sistemas de climatización convencionales de mayor capacidad. De esta manera, el proyecto responde a una problemática real del contexto local y plantea una alternativa tecnológicamente accesible.

En el aspecto ambiental, la investigación adquiere relevancia porque promueve el uso eficiente de la energía eléctrica y plantea una tecnología que no emplea refrigerantes

convencionales, reduciendo potencialmente el impacto ambiental asociado al consumo energético y al uso de equipos de refrigeración tradicionales. Asimismo, la propuesta se alinea con criterios de sostenibilidad y ecoeficiencia, al considerar la reducción de emisiones indirectas de CO<sub>2</sub> mediante un sistema de menor escala y aplicación específica.

Finalmente, la investigación posee importancia académica y científica, ya que genera información técnica sobre la aplicación de la termoelectricidad en sistemas de climatización localizada, ampliando el campo de estudio en soluciones energéticamente eficientes para pequeños volúmenes. Además, los resultados podrán servir como base para futuras investigaciones relacionadas con confort térmico, eficiencia energética y diseño de sistemas termoeléctricos aplicados a la salud y al bienestar infantil.

### **1.5. Limitaciones de la Investigación**

La presente investigación presenta limitaciones que deben ser consideradas en la interpretación de sus resultados. En primer lugar, el estudio se circunscribe al diseño y evaluación técnica, energética, económica y ambiental de un sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad aplicado al microambiente de una cuna de recién nacido, por lo que no comprende la fabricación industrial ni la validación comercial del prototipo.

En segundo lugar, la investigación se desarrolla en el contexto de una vivienda ubicada en la ciudad de Santa Rosa – Chiclayo, tomando como unidad específica de intervención una cuna de recién nacido; por ello, los resultados obtenidos no pueden generalizarse de manera directa a viviendas con diferentes condiciones constructivas, climáticas o de ventilación, ni a otros espacios de mayor volumen.

Asimismo, el estudio se enfoca en una solución de climatización localizada, de modo que su alcance no incluye el acondicionamiento térmico integral de ambientes completos, habitaciones o edificaciones. En consecuencia, los resultados deben interpretarse exclusivamente para el microambiente de la cuna analizada.

Otra limitación importante radica en que parte de los resultados se sustenta en cálculos teóricos, supuestos de diseño y especificaciones técnicas de componentes comerciales, por lo que pueden presentarse diferencias entre el comportamiento estimado y el desempeño real del sistema una vez implementado físicamente.

Del mismo modo, la investigación no contempla pruebas clínicas ni ensayos directos con recién nacidos, debido a consideraciones éticas y de seguridad. Por tanto, la evaluación del confort térmico se realiza a partir de parámetros físicos del microambiente, tales como temperatura, humedad relativa y estabilidad térmica, sin involucrar validaciones biomédicas en usuarios reales.

Finalmente, la evaluación económica y ambiental está sujeta a la variación de precios de los componentes, tarifas eléctricas y factores de emisión de CO<sub>2</sub> vigentes durante el periodo de estudio, por lo que estos resultados pueden modificarse en función de cambios futuros del mercado o del contexto energético.

## **1.6. Objetivos de estudio**

### ***1.6.1. Objetivo General***

Diseñar un sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad para mejorar el confort térmico en una vivienda de la ciudad de Santa Rosa – Chiclayo, mediante su aplicación localizada en una cuna de recién nacido.

### ***1.6.2. Objetivo Específicos***

- Determinar la carga térmica del microambiente de una cuna de recién nacido ubicada en una vivienda de la ciudad de Santa Rosa – Chiclayo.
- Dimensionar los componentes del sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad de acuerdo con los requerimientos térmicos de la cuna.
- Evaluar el rendimiento técnico y energético del sistema termoeléctrico

propuesto para su aplicación localizada en la cuna de recién nacido.

- Calcular los indicadores económicos y de rentabilidad de la implementación del sistema de aire acondicionado termoeléctrico en el contexto de una vivienda.
- Estimar el impacto ambiental de la propuesta, considerando la variación del consumo energético y la reducción potencial de emisiones indirectas de CO<sub>2</sub>.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de Estudios

#### 2.1.1. *A nivel Internacional*

Palancar Herráez, (2023), en su trabajo de investigación denominado “Energía térmica. Micro-aprovechamiento térmico residual en viviendas”. ¿Alguna vez te has preguntado si existe una forma inteligente de aprovechar el calor que se escapa por los rincones de tu hogar? Este estudio tiene como objetivo principal abordar y ofrecer una respuesta clara a esta interrogante, realizando un análisis exhaustivo de los sistemas que se emplean en distintas áreas en la actualidad, así como también evaluando su posible implementación y uso en el contexto de los hogares y residencias. Se lleva a cabo un análisis exhaustivo sobre la situación actual del consumo de energía en los hogares, además de examinar los dispositivos más habituales que facilitan la recuperación y el aprovechamiento de la energía térmica que, de otro modo, se desperdiciaría y no se utilizaría de manera eficiente. A raíz de esta evaluación realizada, se proponen diversas estrategias que se enfocan en las diferentes tipologías de equipos que han sido identificadas a lo largo del análisis. Existen dos enfoques fundamentales que deben ser considerados en este contexto: por un lado, está la opción de emplear directamente el calor que se ha recuperado, y por el otro, la posibilidad de almacenar dicho calor para su uso posterior. Es importante tener en cuenta las fluctuaciones que se presentan entre las temporadas frías y cálidas al evaluar estas alternativas. Después de llevar a cabo una evaluación detallada, se procede a identificar y seleccionar las soluciones que resultan ser las más adecuadas y factibles para su implementación en ambientes residenciales, considerando de manera minuciosa las condiciones particulares y específicas relacionadas con su uso y funcionamiento. A continuación, se lleva a

cabo una evaluación exhaustiva en la que se consideran los diversos beneficios que la implementación de las propuestas mencionadas puede ofrecer, prestando particular atención al grado de ahorro energético que se logra como resultado de dichas iniciativas. Este análisis se ofrece como una valiosa ocasión para indagar en métodos innovadores que permiten maximizar la utilización de la energía térmica residual que generamos en nuestros hogares. Además, busca exhibir diversas soluciones sostenibles que no solo optimizan este recurso energético, sino que también fomentan el respeto y la protección del medio ambiente. (Palancar Herráez, 2023).

Peñaloza Dávila, (2022), en su trabajo de investigación denominado “Evaluación técnica y económica de un sistema eléctrico y térmico sustentable en zonas residenciales utilizando energía solar”. En el marco de este estudio, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de dos sistemas que han demostrado ser opciones viables y respetuosas con el medio ambiente: el sistema térmico y el sistema fotovoltaico. Estos sistemas se presentan como alternativas sostenibles en comparación con las soluciones tradicionales de calefacción que se utilizan comúnmente en las construcciones residenciales. El objeto de análisis que se presenta en este caso de estudio se refiere específicamente a una casa unifamiliar localizada en la hermosa ciudad de Cuenca, que forma parte de la provincia de Azuay en Ecuador. El proceso de investigación comenzó con la cuidadosa recopilación de datos relacionados con las condiciones climáticas, los cuales fueron facilitados por la estación meteorológica de la Universidad Politécnica Salesiana, así como por la estación satelital conocida como Nasa Power. Con el propósito de llevar a cabo el dimensionamiento adecuado de los sistemas, se presentó de manera minuciosa y detallada las diversas características arquitectónicas propias de la vivienda, así como también los aspectos relevantes relacionados con el sistema de calefacción, el suministro de Agua Caliente

Sanitaria (ACS) y los sistemas solares fotovoltaicos, tanto en su versión aislada como en la conectada a la red eléctrica. Este enfoque se plantea como una alternativa viable para la generación distribuida de energía. A partir de esta información, se realizan todos los cálculos térmicos y eléctricos exigidos para asegurar el correcto funcionamiento de los sistemas sustentables implementados en la vivienda. Por último, se lleva a cabo un análisis económico detallado de los diferentes sistemas que se han utilizado, con el objetivo de determinar su viabilidad para ser implementados y evaluar, además, su potencial de rentabilidad en el contexto de residencias particulares. (Peñaloza Dávila, 2022).

### ***2.1.2. A nivel nacional***

Gonzales Toledo, (2020) en su trabajo de investigación denominado “Sistema de refrigeración con efecto Peltier y superficies extendidas, para enfriamiento sensible de aire. Caso de estudio: dimensionamiento de una carga térmica de 100 w de refrigeración”. El fenómeno conocido como efecto Peltier, el cual tiene su origen en la circulación de una corriente eléctrica que fluye a través de la unión de dos conductores que son diferentes entre sí, es un fenómeno interesante que puede ser utilizado de manera efectiva en diversas aplicaciones, incluyendo los procesos de refrigeración y los sistemas de aire acondicionado. Para lograr el efecto de refrigeración utilizando un dispositivo conocido como celda Peltier, es únicamente necesario proporcionar energía en forma de trabajo eléctrico. No obstante, es importante mencionar que su utilización se encuentra restringida, ya que presenta un coeficiente de desempeño (COP) relativamente bajo. Los sistemas de refrigeración que funcionan mediante la termoelectricidad actualmente no son capaces de rivalizar de manera efectiva con los sistemas de refrigeración convencionales, y esto se debe a que su rendimiento en términos de eficiencia

energética no se encuentra a la altura. A pesar de esa consideración, se trata de una alternativa que merece ser aprovechada plenamente, ya que su beneficio más significativo radica en el hecho de que no requiere el uso de gases refrigerantes. Con el propósito de lograr esto, es esencial que se lleve a cabo un diseño meticuloso de los parámetros que están relacionados con el coeficiente de rendimiento, comúnmente conocido como COP. Este diseño debe hacerse de manera tal que el sistema funcione en proximidad al punto en el que se alcanza el máximo rendimiento o desempeño posible. Las superficies que se encuentran ampliadas, comúnmente conocidas como aletas, representan componentes cruciales que facilitan el intercambio eficiente de calor. Estas aletas son un elemento fundamental dentro del funcionamiento de un sistema de refrigeración termoeléctrica, desempeñando un papel esencial en la regulación de la temperatura. El tamaño y la importancia de las resistencias térmicas tienen un impacto considerable en cómo funciona y rinde la celda Peltier. Por consiguiente, en el contexto del trabajo que se está llevando a cabo en este momento, se llevará a cabo un análisis detallado del comportamiento del sistema en cuestión, que está constituido por una celda Peltier que hace uso de superficies extendidas para mejorar su eficiencia. El propósito fundamental de este estudio es establecer y analizar la relación existente entre el coeficiente de desempeño de la celda Peltier que se ha seleccionado para esta investigación, la cual tiene la capacidad de extraer una carga de refrigeración de 100 W. Esta relación se examinará en función de las resistencias térmicas que se encuentran en sus extremos, específicamente en los focos frío y caliente de la celda. Se tiene la convicción de que las superficies que se han mencionado y analizado son de aluminio, un material conocido por su ligereza y resistencia. Además, se ha decidido optar por la utilización de una celda Peltier de tipo comercial, específicamente el modelo TEC1-

24126, que está compuesta por termopares elaborados con telururo de bismuto, conocido en su forma química como  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ . En el proceso de modelamiento, se han tenido en cuenta los diversos mecanismos de transferencia de calor que ocurren en superficies extendidas. Además, se ha analizado el flujo de aire que se produce en el interior, así como las complejas relaciones termodinámicas que se establecen entre los flujos de calor y trabajo dentro de la celda Peltier. Las ecuaciones que han sido formuladas para este estudio se han solucionado haciendo uso del software conocido como “Engineering Equation Solver” (EES). Este programa, en particular, emplea una variación del famoso método de Newton, que es ampliamente reconocido en el campo de las matemáticas y la ingeniería, con el propósito de resolver de manera efectiva sistemas de ecuaciones que son no lineales. Para el prototipo que ha sido sugerido, se ha llevado a cabo una verificación minuciosa de la magnitud de cada una de las resistencias térmicas presentes en su diseño. La resistencia total observada en el lado frío, así como en el lado caliente, se ha medido y se reporta como 0,0838 W/K y 0,0840 W/K, respectivamente. Cada una de las diversas resistencias térmicas que se presentan en un sistema está compuesta por tres componentes fundamentales. En primer lugar, encontramos la resistencia de contacto, que se refiere a la resistencia que se produce en la interfaz entre dos materiales. En segundo lugar, se halla la resistencia de constricción o propagación, la cual se relaciona con cómo el calor se transfiere a través de los espacios. Finalmente, el tercer componente es la resistencia térmica de la superficie extendida. Entre estas resistencias, la que tiene mayor relevancia en términos de impacto total es, sin lugar a dudas, la resistencia térmica de la superficie extendida, que representa un impresionante 83% del total. A continuación, la resistencia de constricción o propagación ocupa un lugar más modesto, representando aproximadamente un 12% de la resistencia total. Por último,

la resistencia térmica de contacto se presenta como la menos significativa, contribuyendo solamente con un 5% al total de la resistencia térmica. Con los valores mencionados anteriormente, la celda Peltier que ha sido seleccionada tiene la capacidad de extraer una carga térmica equivalente a 101,4 vatios, además de contar con un coeficiente de desempeño que se sitúa en 0,65. (Gonzales Toledo, 2020).

### **2.1.3. A nivel local**

Silva Montenegro, (2023), en su trabajo de investigación denominado “Propuesta de diseño de un sistema de aire acondicionado basado en termoeléctricidad para mejorar el confort térmico de la cabina del interior de un automóvil mitsubishi mirage 2017 en zonas calurosas” La investigación que se lleva a cabo en este momento se enfoca en la elaboración de un diseño destinado a un sistema termoeléctrico, cuya finalidad es regular la temperatura y climatizar el interior de la cabina de un automóvil de la marca Mitsubishi, específicamente el modelo Mirage del año 2017. Para lograr esto, se inicia el proceso mediante la recolección de información relevante y fundamental acerca de diversas características del vehículo, sus propiedades técnicas, los materiales que se utilizaron en su fabricación, así como las dimensiones físicas del mismo. Esto es necesario con el propósito de poder determinar las resistencias térmicas que corresponden, lo que a su vez permitirá realizar un cálculo preciso de la carga térmica que es necesaria para llevar a cabo una adecuada disipación del calor dentro de la cabina. A continuación, se procede a realizar el cálculo detallado de la carga térmica, en el cual se toma en cuenta diversos factores, incluyendo la carga térmica derivada de la convección natural, la convección forzada, así como la radiación y la conducción de calor. Este exhaustivo análisis culmina en la obtención de una carga térmica total que asciende a 2,256.67 vatios. Para llevar a cabo el proceso de selección de las celdas Peltier, se

realizaron dos análisis detallados, utilizando como referencia una celda modelo TEC1-12730. Este modelo específico presentó un consumo total de energía eléctrica que se cuantificó en 3,744 kilovatios-hora, lo que equivale a 3.744 kWh. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis utilizando la celda térmica TEC1-12715, la cual proporcionó resultados significativamente más bajos en comparación con los costos y el consumo de energía eléctrica. En este contexto, cabe destacar que el consumo de energía eléctrica en particular se registró en un valor de 2.333 kilovatios hora (kWh). Después de realizar un análisis exhaustivo y llegar a una conclusión definitiva, se determinó que la elección más adecuada para la propuesta relacionada con el diseño del sistema termoeléctrico es la celda Peltier del modelo TEC1-12715, la cual cuenta con una capacidad térmica de 130 vatios por cada unidad. Para poder satisfacer los requerimientos del sistema, será necesario emplear un total de 18 celdas del modelo previamente mencionado. Esta configuración producirá una carga térmica total de 2.34 kilovatios, superando así las necesidades requeridas para el proyecto en cuestión. Para lograr una humedad relativa que sea considerada como cómoda, específicamente del 50%, es imprescindible contar con un evaporador que tenga una potencia de 200 W. Además, es fundamental alcanzar la temperatura ideal de confort para el ser humano, la cual se establece en 22°C. Esto garantiza un ambiente agradable y confortable. Posteriormente, se desarrolló un presupuesto detallado que fue diseñado específicamente para ese proyecto, lo que culminó en la obtención de un monto total que asciende a la cantidad de S/. El monto total de S/ 3,258.70 se desglosa en diferentes categorías, que incluyen los gastos asociados al equipamiento, así como los costos de materiales y otros insumos, todos con un valor específico de S/. El total de 1,636.70 corresponde a la suma y, además, el gasto relacionado con la mano de obra se eleva a la cantidad de S/. 1 622.00. Se

llega a la conclusión de que la propuesta presentada para el diseño de un sistema termoeléctrico, destinado a proporcionar climatización en el interior de la cabina de un automóvil Mitsubishi Mirage del año 2017, es factible y tiene la posibilidad de ser implementada con éxito. (Silva Montenegro, 2023).

## **2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema desarrollado**

### ***A. Confort térmico***

El confort térmico es la condición en la cual una persona expresa satisfacción con el ambiente térmico que la rodea. Está determinado por variables como:

- temperatura del aire,
- humedad relativa,
- velocidad del aire,
- radiación térmica.

En el caso de viviendas en zonas cálidas como Santa Rosa, el confort térmico se ve afectado por temperaturas elevadas que superan los 30 °C, generando discomfort especialmente en población vulnerable.

### ***B. Transferencia de calor***

La transferencia de calor es el proceso mediante el cual la energía térmica se desplaza de un cuerpo a otro debido a una diferencia de temperatura. Existen tres mecanismos principales:

- Conducción: transferencia a través de materiales sólidos
- Convección: transferencia mediante el movimiento de fluidos
- Radiación: transferencia mediante ondas electromagnéticas

### ***C. Carga térmica***

La carga térmica representa la cantidad de calor que debe ser removida para

mantener una temperatura deseada en un ambiente.

Se calcula mediante:

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T$$

Donde:

- $U$ : coeficiente global de transferencia de calor
- $A$ : área expuesta
- $\Delta T$ : diferencia de temperatura

Factores que influyen:

- radiación solar
- infiltración de aire
- equipos eléctricos
- ocupantes

#### ***D. Aire acondicionado convencional***

Los sistemas de aire acondicionado tradicionales funcionan mediante ciclos de compresión de vapor, utilizando refrigerantes como R-410A o R-134a.

Componentes principales:

- compresor
- condensador
- válvula de expansión
- evaporador

Desventajas:

- alto consumo energético
- uso de refrigerantes contaminantes
- mantenimiento complejo

### ***E. Termoelectricidad***

La termoelectricidad es un fenómeno físico que permite convertir energía eléctrica en diferencia de temperatura, basado en el efecto Peltier.

### ***F. Efecto Peltier***

Consiste en la absorción o liberación de calor cuando una corriente eléctrica atraviesa la unión de dos materiales semiconductores.

### ***G. Módulos termoeléctricos (Peltier)***

Son dispositivos electrónicos que generan enfriamiento al aplicar corriente eléctrica.

Características:

- operación a bajo voltaje (12 V)
- sin partes móviles
- tamaño compacto
- baja eficiencia energética (COP bajo)

Aplicaciones:

- refrigeración portátil
- equipos médicos
- climatización localizada

### ***H. Coeficiente de desempeño (COP)***

El COP mide la eficiencia de un sistema de refrigeración:

$$COP = \frac{Q_{frio}}{P_{electrica}}$$

Donde:

- $Q_{frio}$ : capacidad de enfriamiento
- $P_{eléctrica}$ : consumo energético

En sistemas termoeléctricos, el COP es menor que en sistemas de compresión, pero adecuado para aplicaciones específicas.

### ***I. Eficiencia energética***

La eficiencia energética busca reducir el consumo de energía manteniendo el mismo nivel de servicio.

En el contexto de la investigación:

- reducción del consumo eléctrico
- uso de climatización localizada
- optimización del sistema

### ***J. Impacto ambiental y emisiones de CO<sub>2</sub>***

El consumo de energía eléctrica genera emisiones indirectas de CO<sub>2</sub>.

Relación básica:

$$Emisiones = E_{anual} \times FE$$

La reducción del consumo energético contribuye a disminuir la huella de carbono.

### ***K. Definición de términos básicos***

- **Confort térmico:** condición de bienestar respecto al ambiente térmico
- **Carga térmica:** cantidad de calor a remover
- **Termoelectricidad:** conversión de energía eléctrica en gradiente térmico
- **Módulo Peltier:** dispositivo termoeléctrico de enfriamiento
- **COP:** indicador de eficiencia energética
- **Climatización localizada:** enfriamiento de un espacio reducido

## CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Tipo y diseño de investigación

#### *3.1.1. Tipo de investigación: Aplicada*

La investigación es del tipo aplicada, porque tiene por objetivo la generación de electricidad a través de la energía mecánica producida por el tránsito vehicular y peatonal. En esta situación se utilizará el conocimiento de un sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad para mejorar el confort térmico en una vivienda de la ciudad de Santa Rosa.

#### *3.1.2. Diseño de investigación: No experimental*

El Diseño de la investigación es No Experimental, pues no se manipula deliberadamente las variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables.

### 3.2. Población y muestra

**La población:** La población de estudio está constituida por las viviendas de la ciudad de Santa Rosa, distrito de Santa Rosa, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, que durante la temporada de verano presentan condiciones térmicas elevadas que afectan el confort al interior del hogar, especialmente en espacios destinados al descanso de recién nacidos.

**La muestra:** La muestra es de tipo no probabilística por conveniencia y está conformada por una cuna de recién nacido ubicada dentro de una vivienda seleccionada de la ciudad de Santa Rosa, considerada como unidad específica de análisis e intervención. Sobre dicha muestra se realizará la determinación de la carga térmica, el dimensionamiento del sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad y la evaluación técnica, energética, económica y ambiental de la

propuesta.

### **3.3. Hipótesis**

Mediante el diseño de un sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad aplicado al microambiente de una cuna de recién nacido, se mejora el confort térmico en una vivienda de la ciudad de Santa Rosa – Chiclayo.

### **3.4. Variables - Operacionalización**

X: Variable independiente: *Diseño de un sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad*

Y: Variable dependiente: *Confort térmico del microambiente de una cuna de recién nacido*

**Tabla 1:***Operacionalización de variables*

| <b>Tipo de variable</b> | <b>Nombre de la variable</b>                                           | <b>Definición conceptual</b>                                                                                                                                                                                                                 | <b>Definición operacional</b>                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Dimensiones</b>            | <b>Indicadores</b>                                                   | <b>Escala de medición</b> |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Independiente           | Diseño de un sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad | Proceso técnico de concebir, seleccionar y configurar un sistema de climatización que emplea módulos termoeléctricos para generar enfriamiento en un espacio reducido, orientado a mejorar las condiciones térmicas del entorno intervenido. | Se evaluará mediante el cálculo de la carga térmica, selección y cantidad de módulos Peltier, capacidad de enfriamiento, potencia eléctrica requerida, sistema de disipación de calor, sistema de control térmico y consumo energético del prototipo aplicado a una cuna de recién nacido. | Carga térmica de diseño       | Carga térmica requerida (W)                                          | Razón                     |
|                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Capacidad de enfriamiento     | Capacidad de enfriamiento total (W)                                  | Razón                     |
|                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Consumo energético            | Potencia total del sistema (W); Consumo eléctrico (kWh/día, kWh/mes) | Razón                     |
|                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Eficiencia del sistema        | COP del sistema                                                      | Razón                     |
|                         |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Control térmico               | Rango de operación térmica (°C); tiempo de respuesta térmica         | Razón                     |
| Dependiente             | Confort térmico del microambiente de                                   | Condición de bienestar térmico alcanzada cuando el microambiente de la cuna                                                                                                                                                                  | Se evaluará mediante la medición de la temperatura interior de la cuna, humedad                                                                                                                                                                                                            | Temperatura del microambiente | Temperatura interior de la cuna (°C)                                 | Intervalo                 |

| <b>Tipo de variable</b> | <b>Nombre de la variable</b> | <b>Definición conceptual</b>                                                      | <b>Definición operacional</b>                                                                                                  | <b>Dimensiones</b>                                                        | <b>Indicadores</b>                                                                                                       | <b>Escala de medición</b>               |
|-------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|                         | una cuna de recién nacido    | presenta parámetros adecuados de temperatura y estabilidad para el recién nacido. | relativa, estabilidad térmica del sistema y condiciones de operación del microambiente generado por el sistema termoeléctrico. | Humedad relativa<br><br>Estabilidad térmica<br><br>Condiciones de confort | Humedad relativa interior (%)<br><br>Variación de temperatura ( $\pm$ °C)<br><br>Rango térmico alcanzado (24 °C a 26 °C) | Razón<br><br>Intervalo<br><br>Intervalo |

*Nota:* Elaboración Propia

### **3.5. Métodos y Técnicas de investigación**

#### **Técnicas**

##### ***Análisis Documental***

Un conjunto bien definido de series de actividades que se llevan a cabo con el propósito de obtener documentos que están relacionados directamente con un tema específico. Estas actividades se realizan con la intención de mejorar y optimizar la situación del conocimiento, que se considera que es incompleto o que presenta alguna deficiencia en ciertos aspectos. (Sanchez, Reyes, & Mejía, 2018).

##### ***Recolección de Datos***

Se trata de una herramienta diseñada específicamente para la investigación, la cual cuenta con procedimientos estandarizados que se implementan en una muestra de individuos seleccionados. Esta herramienta facilita la recolección de datos en el campo, permitiendo a los investigadores obtener información relevante y necesaria de manera sistemática. (Sanchez, Reyes, & Mejía, 2018).

### **3.6. Descripción de los instrumentos utilizados**

##### ***Ficha de análisis documental***

Este es el documento tangible que recoge de manera escrita y detallada las ideas que han sido cuidadosamente analizadas y desarrolladas utilizando la técnica de fichaje previamente mencionada. (Sanchez, Reyes, & Mejía, 2018) .

##### ***Ficha de recolección de datos***

Es el documento físico mediante el cual se recopila la información de campo útil para la investigación. (Sanchez, Reyes, & Mejía, 2018).

### **3.7. Análisis Estadístico e interpretación de los datos**

Para el desarrollo de la presente investigación, los datos obtenidos serán procesados mediante **estadística descriptiva**, debido a que el estudio se orienta al diseño y evaluación

técnica de un sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad aplicado al microambiente de una cuna de recién nacido, dentro del contexto de una vivienda ubicada en la ciudad de Santa Rosa – Chiclayo.

El análisis estadístico comprenderá la organización, tabulación, procesamiento e interpretación de la información relacionada con las variables de estudio. En el caso de la **variable independiente**, correspondiente al diseño del sistema termoeléctrico, se analizarán parámetros como la carga térmica requerida, capacidad de enfriamiento, potencia eléctrica consumida, coeficiente de desempeño (COP), consumo energético diario y mensual, así como los indicadores económicos y ambientales asociados. En cuanto a la **variable dependiente**, correspondiente al confort térmico del microambiente de la cuna, se evaluarán la temperatura interior alcanzada, la humedad relativa, la estabilidad térmica y el rango de operación del sistema.

Los datos serán presentados mediante **tablas y cuadros comparativos**, permitiendo identificar el comportamiento de los principales indicadores antes y después de la propuesta de diseño, así como verificar si el sistema termoeléctrico logra mantener condiciones térmicas adecuadas en el microambiente intervenido. Para ello, se emplearán medidas de tendencia central, principalmente la **media aritmética**, y medidas de dispersión simples, cuando corresponda, a fin de interpretar la estabilidad de los valores registrados o calculados.

Asimismo, la interpretación de los resultados se realizará comparando los valores obtenidos con los rangos de diseño establecidos para el confort térmico del recién nacido y con los requerimientos técnicos definidos para el sistema. De esta manera, el análisis permitirá determinar si la propuesta resulta técnicamente viable, energéticamente funcional, económicamente rentable y ambientalmente favorable en el contexto de aplicación estudiado.

Finalmente, los resultados estadísticos serán interpretados de manera descriptiva, relacionando cada indicador con los objetivos específicos de la investigación, a fin de sustentar las conclusiones sobre el desempeño del sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad aplicado a una cuna de recién nacido dentro de una vivienda de la ciudad de Santa Rosa – Chiclayo.

## CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

### 4.1. Carga térmica del microambiente de una cuna de recién nacido ubicada en una vivienda de la ciudad de Santa Rosa – Chiclayo

Para una **cuna de bebé**, la **carga térmica** que debe cubrir un sistema de aire acondicionado por termoelectricidad suele ser **baja a moderada**, porque el volumen a acondicionar es pequeño. Se estima con:

$$Q_{total} = Q_{paredes} + Q_{ventilación} + Q_{bebé} + Q_{radiación}$$

#### Supuestos de diseño

Tomando una cuna cerrada o semicerrada con estas dimensiones aproximadas:

- Largo: **1,20 m**
- Ancho: **0,70 m**
- Altura útil: **1,00 m**
- Volumen: **0,84 m<sup>3</sup>**

Condiciones térmicas:

- Temperatura exterior: **30 °C**
- Temperatura deseada interior: **24 °C**
- Diferencia:  $\Delta T = 6 \text{ °C}$

#### A. Carga por transmisión de calor

Se usa:

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T$$

Suponiendo:

- Área total aproximada expuesta: **3,8 m<sup>2</sup>**
- Coeficiente global de transferencia: **2,5 W/m<sup>2</sup>·°C**

Entonces:

$$Q_{paredes} = 2,5 \times 3,8 \times 6$$

$$Q_{paredes} = 57 \text{ W}$$

### ***B. Carga térmica del bebé***

Un bebé en reposo puede emitir aproximadamente:

- **20 a 35 W**

Tomando un valor medio:

$$Q_{bebé} = 25 \text{ W}$$

### ***C. Carga por ventilación e infiltración***

Por ingreso de aire exterior:

$$Q_{vent} = 10 \text{ a } 20 \text{ W}$$

Tomamos:

$$Q_{vent} = 15 \text{ W}$$

### ***D. Carga por radiación o equipos***

Si existe exposición a radiación solar, motores, ventiladores o módulos cercanos:

$$Q_{extra} = 10 \text{ a } 20 \text{ W}$$

Tomamos:

$$Q_{extra} = 15 \text{ W}$$

### ***E. Carga térmica total***

$$Q_{total} = 57 + 25 + 15 + 15$$

$$Q_{total} = 112 \text{ W}$$

### ***Resultado***

La **carga térmica estimada** para una cuna de bebé está alrededor de:

$$\boxed{100 \text{ a } 120 \text{ W}}$$

### ***Valor de diseño recomendado***

Aplicamos un margen de seguridad de 15 % a 20 %:

$$Q_{diseño} \approx 130 \text{ W}$$

La carga térmica requerida para el acondicionamiento de una cuna de bebé mediante termoelectricidad se estima entre 100 y 120 W, considerando transferencia de calor por paredes, infiltración de aire, aporte metabólico del bebé y cargas térmicas adicionales. Para fines de diseño, se recomienda una capacidad de enfriamiento de 130 W, incorporando un margen de seguridad para garantizar estabilidad térmica y confort.

#### **4.2. Dimensionamiento de los componentes del sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad de acuerdo con los requerimientos térmicos de la cuna**

##### ***A. Datos de diseño***

###### **Carga térmica de diseño:**

$$Q_d = 130 \text{ W}$$

###### **Módulo seleccionado:**

TEC1-12706

###### **Datos referenciales por módulo:**

- Tensión nominal: 12 V
- Corriente nominal: 6 A
- Potencia eléctrica:

$$P = V \cdot I = 12 \cdot 6 = 72 \text{ W}$$

Para diseño práctico, se considera que cada módulo puede extraer alrededor de:

$$Q_{mod} = 30 \text{ W}$$

##### ***B. Número de módulos Peltier***

$$N = \frac{130}{30} = 4.33$$

Se redondea:

$$N = 5 \text{ módulos}$$

### ***C. Potencia eléctrica total del sistema***

$$P_{total} = 5 \times 72 = 360 \text{ W}$$

Entonces, el sistema requerirá aproximadamente: 360 W

### ***D. Corriente total requerida***

$$I_{total} = 5 \times 6 = 30 \text{ A}$$

Entonces la fuente debe entregar como mínimo: 12 V y 30 A

Aplicando margen de seguridad de 20 %:

$$I_{fuente} = 30 \times 1.2 = 36 \text{ A}$$

### **Fuente recomendada**

12 V, 40 A

### ***E. Calor total que debe disiparse***

El lado caliente del Peltier no solo rechaza la carga térmica extraída, sino también la potencia eléctrica consumida.

$$Q_h = Q_d + P_{total}$$

$$Q_h = 130 + 360 = 490 \text{ W}$$

Entonces, los disipadores del lado caliente deben evacuar aproximadamente:

490 W

### ***F. Selección de disipadores***

Cada módulo debe trabajar con un disipador adecuado en el lado caliente.

Si se distribuye la carga total entre 5 módulos:

$$Q_{h,mod} = \frac{490}{5} = 98 \text{ W}$$

Cada disipador del lado caliente debe ser capaz de disipar alrededor de:

100 W por m

### **Recomendación**

Usar:

- **5 disipadores de aluminio de alta eficiencia**

- con ventilación forzada
- uno por cada módulo

O también:

- **1 disipador grande tipo bloque de aluminio**

- con varios ventiladores
- donde se monten los 5 módulos

### **G. Selección de ventiladores**

Para mejorar la transferencia de calor, se requieren ventiladores en ambos lados:

#### **Lado caliente**

Función: expulsar el calor al ambiente.

Se recomienda:

- **5 ventiladores DC de 12 V**

- consumo típico: 0.20 a 0.30 A cada uno
- diámetro sugerido: 80 mm a 120 mm

Si cada ventilador consume 0.25 A:

$$I_{vent,cal} = 5 \times 0.25 = 1.25 A$$

#### **Lado frío**

Función: distribuir el aire frío hacia el interior de la cuna.

Se recomienda:

- **2 ventiladores pequeños de 12 V**
- consumo aproximado: 0.20 A cada uno

$$I_{vent,frio} = 2 \times 0.20 = 0.40 \text{ A}$$

#### **Corriente total adicional de ventiladores**

$$I_{vent,total} = 1.25 + 0.40 = 1.65 \text{ A}$$

#### ***H. Corriente total real del sistema***

$$I_{real} = 30 + 1.65 = 31.65 \text{ A}$$

Con margen de seguridad:

$$I_{diseño} = 31.65 \times 1.2 = 37.98 \text{ A}$$

Se selecciona comercialmente:

Fuente de 12 V y 40 A.

#### ***I. Control de temperatura***

Para evitar sobre enfriamiento y mantener confort térmico del bebé, el sistema debe incluir:

#### **Componentes de control**

- sensor de temperatura digital
- controlador electrónico
- relé o MOSFET de potencia
- termostato ajustable

#### **Rango recomendado de operación**

Temperatura interior de confort:

24 °C A 26 °C

#### **Recomendación**

Usar un controlador que:

- encienda los módulos si la temperatura supera 26 °C

- apague o module la potencia si baja de 24 °C

#### ***J. Aislamiento térmico recomendado***

Para reducir la carga térmica y mejorar la eficiencia del sistema, la cuna debe incorporar aislamiento en las zonas cerradas.

#### **Materiales recomendados**

- espuma de poliuretano delgada
- poliestireno expandido revestido
- panel aislante liviano no tóxico

#### **Espesor sugerido:**

10 mm a 20 mm

Esto reduce el ingreso de calor y mejora el desempeño de los Peltier.

#### ***K. Esquema funcional del sistema***

El sistema quedaría así:

#### **Fuente 12 V / 40 A**

- **Controlador de temperatura**
- **5 módulos Peltier TEC1-12706**
- **Disipadores de calor lado caliente + 5 ventiladores**
- **Disipadores lado frío + 2 ventiladores internos**
- **Distribución de aire frío al interior de la cuna**

### *L. Tabla resumen de componentes*

**Tabla 2:**

*Componentes del sistema termoeléctrico*

| <b>Componente</b>          | <b>Cantidad</b> | <b>Especificación técnica</b>         | <b>Marca referencial</b>   |
|----------------------------|-----------------|---------------------------------------|----------------------------|
| Módulos Peltier            | 5               | TEC1-12706, 12 V, 6 A                 | Hebei TEC                  |
| Fuente de alimentación     | 1               | 12 V, 40 A                            | Mean Well                  |
| Disipadores lado caliente  | 5               | Aluminio alta eficiencia (~100 W c/u) | Cooler Master              |
| Ventiladores lado caliente | 5               | 12 V DC, 80–120 mm                    | Cooler Master              |
| Ventiladores lado frío     | 2               | 12 V DC                               | Arctic                     |
| Sensor de temperatura      | 1               | Sensor digital                        | DS18B20 (Maxim Integrated) |
| Controlador de temperatura | 1               | Termostato digital                    | W1209                      |
| Pasta térmica              | 1               | Alta conductividad térmica            | Arctic MX-4                |
| Estructura soporte         | 1               | Aluminio o acrílico técnico           | Bosch Rexroth              |
| Cableado eléctrico         | 1 lote          | Cable cobre AWG 10–12                 | Indeco                     |
| Fuente de protección       | 1               | Fusible o breaker DC                  | Schneider Electric         |

*Nota:* Elaboración propia

### **4.3. Rendimiento técnico y energético del sistema termoeléctrico propuesto para su aplicación localizada en la cuna de recién nacido**

#### *A. Descripción del sistema evaluado*

El sistema de acondicionamiento térmico propuesto para la cuna de bebé está basado en el principio de efecto termoeléctrico mediante módulos Peltier tipo TEC1-12706. El sistema está conformado por cinco módulos termoeléctricos, una fuente de alimentación de 12 V y 40 A, disipadores de calor en el lado caliente, ventiladores de extracción y un sistema de control de temperatura automatizado.

La carga térmica de diseño estimada para el sistema es de 130 W, considerando las

pérdidas por transferencia de calor, infiltración de aire y aporte metabólico del bebé.

El sistema opera en un rango de temperatura de confort entre 24 °C y 26 °C.

### ***B. Evaluación técnica del rendimiento***

#### **a. Capacidad de enfriamiento del sistema**

Cada módulo Peltier aporta una capacidad de enfriamiento útil aproximada de:

$$Q_m = 30 \text{ W}$$

Entonces, la capacidad total de enfriamiento es:

$$Q_{total} = 5 \times 30 = 150 \text{ W}$$

#### **b. Cobertura de la carga térmica**

La carga térmica de diseño es:

$$Q_d = 130 \text{ W}$$

La capacidad instalada del sistema es:

$$Q_{total} = 150 \text{ W}$$

Por tanto, el margen de cobertura térmica es:

$$M = 150 - 130 = 20 \text{ W}$$

Y el porcentaje de cobertura es:

$$\%Cobertura = \frac{150}{130} \times 100 = 115.38\%$$

#### **Interpretación técnica:**

El sistema cubre la demanda térmica requerida y dispone de un margen adicional de aproximadamente **15.38 %**, lo cual permite compensar pérdidas por transferencia imperfecta, variaciones de temperatura ambiente y disminución de rendimiento por condiciones reales de operación.

### **c. Estabilidad térmica esperada**

El sistema fue diseñado para mantener el interior de la cuna en un rango de: 24 °C a 26 °C.

Debido al uso de control automático mediante sensor y termostato, se espera una operación cíclica de los módulos, evitando sobreenfriamiento y mejorando la seguridad térmica del bebé.

#### **Resultado técnico esperado:**

- temperatura interior controlada,
- confort térmico localizado,
- operación automática,
- menor variabilidad térmica dentro de la cuna.

### **d. Capacidad de disipación térmica**

La potencia eléctrica consumida por los módulos es:

$$P_e = 5 \times 72 = 360 \text{ W}$$

El calor total que debe disiparse en el lado caliente es:

$$Q_h = Q_d + P_e$$

$$Q_h = 130 + 360 = 490 \text{ W}$$

#### **Interpretación técnica:**

El sistema requiere un subsistema de disipación eficiente, ya que el calor rechazado es significativamente superior a la carga térmica extraída del recinto. Esto confirma que el desempeño real depende críticamente de:

- disipadores adecuados,
- ventilación forzada,
- pasta térmica,
- buen contacto térmico,

- y extracción efectiva del aire caliente.

#### **e. Viabilidad técnica**

Desde el punto de vista técnico, el sistema es **viable para climatización localizada de pequeño volumen**, como una cuna de bebé, debido a que:

- el volumen interno a acondicionar es reducido,
- la carga térmica estimada es relativamente baja,
- el sistema puede operar con control automático,
- no requiere compresor ni refrigerante,
- y presenta una estructura compacta y modular.

Sin embargo, sus limitaciones técnicas son:

- baja eficiencia energética respecto a sistemas de compresión,
- alta generación de calor en el lado caliente,
- y dependencia de una correcta disipación térmica.

### ***C. Evaluación energética del rendimiento***

#### **a. Potencia eléctrica total consumida**

##### **Módulos Peltier**

$$P_{Peltier} = 360 \text{ W}$$

##### **Ventiladores**

Se consideran 7 ventiladores:

- 5 ventiladores del lado caliente
- 2 ventiladores del lado frío

Si cada ventilador consume aproximadamente 3 W:

$$P_{vent} = 7 \times 3 = 21 \text{ W}$$

##### **Controlador y sensor**

Consumo aproximado:

$$P_{control} = 5 \text{ W}$$

### **Potencia total del sistema**

$$P_{total} = 360 + 21 + 5$$

$$P_{total} = 386 \text{ W}$$

Entonces, la potencia total demandada es aproximadamente: 386 W

### **b. Consumo energético por hora**

$$E_{1h} = 0,386 \text{ kWh}$$

### **c. Consumo energético diario**

Si el sistema opera 8 horas diarias:

$$E_{día} = 0,386 \times 8$$

$$E_{día} = 3,09 \text{ kWh/día}$$

### **d. Consumo energético mensual**

Para 30 días de operación:

$$E_{mes} = 3,09 \times 30$$

$$E_{día} = 92,7 \text{ kWh/mes}$$

### ***D. Indicador de eficiencia energética del sistema***

Un indicador práctico es el **coeficiente de desempeño térmico**:

$$COP = \frac{Q_{frío}}{P_{eléctrica}}$$

Donde:

- $Q_{frío} = 150 \text{ W}$

- $P_{eléctrica} = 386 \text{ W}$

Entonces:

$$COP = \frac{150}{386} = 0,39$$

$$COP \approx 0,39$$

El sistema termoelectrico propuesto presenta un desempeño técnico adecuado, ya que su capacidad de enfriamiento de 150 W supera la carga térmica de diseño de 130 W, alcanzando una cobertura del 115,38 %. Asimismo, permite mantener condiciones de confort térmico en el rango de 24 °C a 26 °C mediante control automático.

Desde el punto de vista energético, el sistema presenta un consumo aproximado de 386 W y un coeficiente de desempeño de 0,39, lo cual evidencia una eficiencia inferior a sistemas convencionales. No obstante, su aplicación resulta viable para climatización localizada en espacios reducidos, como una cuna de bebé, donde se priorizan aspectos de seguridad, compacidad y control térmico.

### **Tabla 3:**

*Tabla resumen de resultados*

| <b>Indicador</b>          | <b>Valor</b> |
|---------------------------|--------------|
| Carga térmica             | 130 W        |
| Capacidad de enfriamiento | 150 W        |
| Cobertura                 | 115,38 %     |
| Potencia total            | 386 W        |
| Consumo diario            | 3,09 kWh     |
| Consumo mensual           | 92,7 kWh     |
| COP                       | 0,39         |
| Rango térmico             | 24–26 °C     |

*Nota:* Elaboración propia

#### **4.4. Indicadores económicos y de rentabilidad de la implementación del sistema de aire acondicionado termoelectrico en el contexto de una vivienda**

##### ***A. Inversión inicial del sistema termoelectrico:***

La inversión inicial corresponde al costo total necesario para implementar el sistema de aire acondicionado basado en módulos termoelectricos, incluyendo equipos, materiales, instalación y mano de obra.

**Tabla 4:***Tabla de inversión inicial (CAPEX)*

| Ítem  | Componente                                 | Cantidad | Precio unitario (S/.) |
|-------|--------------------------------------------|----------|-----------------------|
| 1     | Módulos Peltier TEC1-12706                 | 5        | 35,00                 |
| 2     | Fuente 12 V – 40 A (Mean Well o similar)   | 1        | 180,00                |
| 3     | Disipadores de aluminio alta eficiencia    | 5        | 40,00                 |
| 4     | Ventiladores 12 V (80–120 mm)              | 7        | 20,00                 |
| 5     | Controlador de temperatura (W1209/Inkbird) | 1        | 35,00                 |
| 6     | Sensor de temperatura (DS18B20)            | 1        | 15,00                 |
| 7     | Pasta térmica                              | 1        | 20,00                 |
| 8     | Estructura soporte (aluminio/acrílico)     | 1        | 120,00                |
| 9     | Cableado eléctrico y conectores            | 1 lote   | 80,00                 |
| 10    | Protecciones eléctricas (fusible/breaker)  | 1        | 40,00                 |
| 11    | Mano de obra de ensamblaje                 | 1        | 150,00                |
| Total |                                            |          | 1 155,00              |

*Nota:* Elaboración propia

Se recomienda considerar un 10 % adicional por imprevistos:

$$I_{final} = 1\,155 \times 1,10 = 1\,270,5$$

$$I_{final} \approx S/.1\,270$$

### Análisis de inversión

- Es una **inversión baja–moderada**, adecuada para prototipo o implementación piloto
- Los componentes son **comerciales y accesibles en Perú**
- No requiere infraestructura compleja
- Escalable (puedes aumentar módulos si deseas más capacidad)

### B. Evaluación económica del sistema termoelectrico

#### a. Datos base del proyecto

- **Inversión inicial:**

$$I_0 = S/.1\,270$$

- **Consumo anual:**

$$E = 1112,4 \text{ kWh año}$$

- **Tarifa eléctrica:**

$$S/.0,75/kWh$$

- **Costo anual de operación:**

$$C_{op} = S/. 834,30$$

### **Criterios aplicados**

Este sistema **NO genera ingresos directos**, pero sí puede evaluarse como:

- ✓ Mejora de confort térmico
- ✓ Reducción de riesgo de salud
- ✓ Alternativa frente a aire acondicionado convencional

Entonces, se plantea un **beneficio equivalente**

- Costo de un aire acondicionado portátil: ~ S/. 1500
- Consumo anual típico: ~ S/. 1500/año

Ahorro estimado:

$$Ahorro \approx 1500 - 834$$

$$Ahorro = 666 \text{ S/. / año}$$

### **b. Flujo de caja proyectado (5 años)**

**Tabla 5:**

*Flujo de caja*

| <b>Año</b> | <b>Flujo (S/.)</b> |
|------------|--------------------|
| 0          | -1270              |
| 1          | 666                |
| 2          | 666                |
| 3          | 666                |
| 4          | 666                |
| 5          | 666                |

*Nota:* Elaboración propia

### c. Tasa de descuento

Se adopta:

$$i = 8\%$$

(Valor típico en Perú para proyectos, según MEF)

### d. Valor Actual Neto (VAN)

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t} - I_0$$

Calculando:

$$VAN = 666(3.993) - 1270$$

$$VAN = 2659 - 1270$$

$$\boxed{VAN = S/.1,389}$$

### Interpretación

- $VAN > 0 \rightarrow$  **Proyecto rentable**

### e. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Se cumple:

$$VAN = 0$$

Resultado aproximado:

$$\boxed{TIR \approx 42\%}$$

### Interpretación

- $TIR > 8\% \rightarrow$  **Altamente rentable**

### f. Relación Beneficio/Costo (B/C)

$$B/C = \frac{2659}{1270}$$

$$\boxed{B/C = 2.09}$$

### Interpretación

- $B/C > 1 \rightarrow$  Proyecto viable

### g. Periodo de recuperación (Payback)

$$PRI = \frac{1270}{666}$$

$$PRI = 1,9 \text{ años}$$

### Interpretación

- Recuperación rápida
- Proyecto atractivo

### h. Tabla resumen

#### Tabla 6:

*Tabla resumen de indicadores económicos*

| <b>Indicador</b>  | <b>Resultado</b> |
|-------------------|------------------|
| Inversión inicial | S/. 1 270        |
| Ahorro anual      | S/. 666          |
| VAN               | S/. 1 389        |
| TIR               | 42 %             |
| B/C               | 2,09             |
| Payback           | 1,9 años         |

*Nota:* Elaboración propia

El sistema termoeléctrico propuesto presenta viabilidad económica, con un VAN positivo de S/. 1 389, una TIR del 42 %, una relación beneficio/costo de 2,09 y un periodo de recuperación de 1,9 años. Estos resultados evidencian que el proyecto es rentable y económicamente atractivo, constituyéndose como una alternativa eficiente para climatización localizada en una cuna de bebé, con menor consumo energético respecto a sistemas convencionales.

### C. Comparación con otros equipos reales

La comparación correcta no es contra un aire acondicionado “de cuarto” completo, sino contra un equipo real de mercado para ver escala, consumo, cobertura y costo. Hoy en

Perú, un aire acondicionado portátil de 9,000 BTU se vende alrededor de S/ 949 a S/ 1,249 según modelo y tienda; por ejemplo, hay portátiles de 9,000 BTU en Falabella, Promart y Hiraoka en ese rango.

**Tabla 7:**

*Comparación técnica directa*

| <b>Criterio</b>            | <b>Sistema termoeléctrico propuesto</b> | <b>Aire acondicionado real portátil 9,000 BTU</b> | <b>Aire acondicionado split 9,000 BTU</b> |
|----------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Capacidad de enfriamiento  | <b>150 W</b>                            | $\approx 2,64 \text{ kW}$ (9 000 BTU/h)           | $\approx 2,64 \text{ kW}$ (9 000 BTU/h)   |
| Equivalente en BTU/h       | $\approx 512 \text{ BTU/h}$             | <b>9 000 BTU/h</b>                                | <b>9 000 BTU/h</b>                        |
| Potencia eléctrica         | <b>386 W</b>                            | $\approx 1 046 \text{ W}$                         | $\approx 1 100 \text{ W}$                 |
| Cobertura típica           | <b>cuna / microvolumen</b>              | <b>15–20 m<sup>2</sup></b>                        | $\approx 15 \text{ m}^2$                  |
| Inversión inicial estimada | <b>S/ 1 270</b>                         | $\approx \text{S/ } 1 099\text{--}1 249$          | $\approx \text{S/ } 1 099$                |

*Nota:* Elaboración propia

Los datos de mercado muestran que un portátil Imaco de 9 000 BTU declara 1 046 W de potencia y cobertura de 18 m<sup>2</sup>; un split Miray de 9 000 BTU declara 1 100 W y cobertura de 15 m<sup>2</sup>; y un portátil Sole de 9 000 BTU declara 1,9 kW de capacidad de enfriamiento y cobertura de 15–20 m<sup>2</sup>.

El sistema termoeléctrico propuesto entrega 150 W de frío, que equivale a solo  $\approx 512 \text{ BTU/h}$ . En cambio, un aire acondicionado real de 9 000 BTU/h entrega alrededor de 17,6 veces más capacidad de enfriamiento. Eso significa que el sistema termoeléctrico no compite con un aire acondicionado convencional para climatizar una habitación; su campo de uso razonable es una cuna, incubadora simple o zona localizada de muy pequeño volumen.

La ventaja del sistema propuesto es que consume menos potencia absoluta que un equipo real de 9 000 BTU: 386 W frente a  $\approx 1 046\text{--}1 100 \text{ W}$ . La desventaja es que su capacidad de enfriamiento también es muchísimo menor. En otras palabras: gasta menos,

pero enfría muchísimo menos. Por eso, académicamente conviene defenderlo como un sistema de climatización localizada, no como sustituto directo de un aire acondicionado doméstico.

En conclusión, podemos afirmar que el sistema propuesto no busca reemplazar un aire acondicionado de habitación, sino desarrollar una solución específica para microambientes infantiles, donde importa más el control localizado, la seguridad y el tamaño compacto que la capacidad masiva de refrigeración.

#### **4.5. Estimación del impacto ambiental de la propuesta, considerando la variación del consumo energético y la reducción potencial de emisiones indirectas de CO<sub>2</sub>.**

##### ***A. Enfoque de evaluación***

El impacto ambiental del sistema termoeléctrico se puede estimar a partir del **consumo de energía eléctrica** y del **factor de emisión de CO<sub>2</sub>** asociado a la electricidad consumida. En Perú, distintas guías y documentos oficiales del MINAM han usado factores de conversión del orden de **0,569 kg CO<sub>2</sub>e/kWh** y **0,6593 kg CO<sub>2</sub>/kWh**, según el documento y el año de referencia. Para una tesis, conviene declarar explícitamente el factor elegido y usarlo de forma consistente.

Dado que tu sistema ya tiene un consumo anual estimado de:

$$E_{\text{anual}} = 1\,112,4 \text{ kWh año}$$

puede estimarse su huella anual de CO<sub>2</sub> con la relación:

$$Emisiones = E_{\text{anual}} \times FE$$

donde *FE* es el factor de emisión de la red eléctrica.

##### ***B. Emisiones anuales del sistema termoeléctrico***

###### **Escenario conservador 1**

Usando:

$$FE = 0,569 \text{ Kg CO}_2 / \text{kWh}$$

se obtiene:

$$Emisiones = 1112,4 \times 0,569$$

$$Emisiones = 633,96 \text{ kg } CO_2 / \text{año}$$

$$Emisiones = 0,63396 \text{ T } CO_2 / \text{año}$$

## **Escenario conservador 2**

Usando:

$$FE = 0,6593 \text{ Kg } CO_2 / \text{kWh}$$

se obtiene:

$$Emisiones = 1112,4 \times 0,6593$$

$$Emisiones = 733,17 \text{ kg } CO_2 / \text{año}$$

$$Emisiones = 0,73317 \text{ T } CO_2 / \text{año}$$

## **Interpretación**

Según el factor que adoptes, el sistema termoeléctrico generaría aproximadamente entre: 0,634 y 0 asociadas a su consumo eléctrico.

## **Comparación con un aire acondicionado real**

Para que la comparación sea defendible, tomamos como referencia un equipo comercial real de **9 000 BTU**. En el mercado peruano hay equipos portátiles de 9 000 BTU con una potencia declarada de alrededor de **1 046 W**, y equipos split de 9 000 BTU con potencias del orden de **1 100 W**.

Si ambos equipos operaran el mismo tiempo de uso del sistema propuesto, es decir, **8 horas diarias**, entonces:

### **Aire acondicionado portátil 9 000 BTU**

$$E_{\text{anual, AA}} = 1,046 \text{ W} \times 8 \text{ h/día} \times 365 \text{ días}$$

$$E_{\text{anual, AA}} = 3\,054,32 \text{ kWh/año}$$

### **Sistema termoeléctrico**

$$E_{\text{anual, TE}} = 1112,4 \text{ kWh/año}$$

### **Reducción anual de consumo**

$$\Delta E = 3054,32 - 1112,4$$

$$\Delta E = 1941,92 \text{ kWh/año}$$

### ***C. Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> frente a un aire acondicionado comercial***

#### ***Con factor 0,569 kg CO<sub>2</sub>e/kWh***

$$\text{Reducción CO}_2 = 1941,92 \times 0,569$$

$$\text{Reducción CO}_2 = 1104,95 \text{ kg CO}_2/\text{año}$$

$$\text{Reducción} = 1,105 \text{ T CO}_2$$

#### **Con factor 0,6593 kg CO<sub>2</sub>/kWh**

$$\text{Reducción CO}_2 = 1941,92 \times 0,6593$$

$$\text{Reducción CO}_2 = 1280,41 \text{ kg CO}_2/\text{año}$$

$$\text{Reducción} = 1,280 \text{ T CO}_2$$

### **Resultado comparativo**

Frente a un aire acondicionado portátil comercial de 9 000 BTU operado durante el mismo tiempo, el sistema termoeléctrico podría evitar aproximadamente entre: 1,10 y 1 aunque esta comparación debe interpretarse con cuidado, porque el aire acondicionado convencional enfría un ambiente mucho mayor, mientras que tu sistema solo climatiza un **micro volumen localizado**.

### ***D. Otros impactos ambientales positivos***

Además de la reducción potencial de emisiones por menor consumo frente a equipos de mayor potencia, el sistema termoeléctrico presenta otras ventajas ambientales:

No utiliza refrigerantes convencionales como los empleados en equipos de

compresión, por lo que evita riesgos de fugas de gases refrigerantes.

Tiene una arquitectura compacta y modular, lo que facilita mantenimiento localizado y recambio de componentes.

Reduce el acondicionamiento innecesario de volúmenes grandes, ya que enfoca la climatización solo en la zona ocupada por el bebé.

Estas ventajas son una inferencia técnica del tipo de sistema propuesto, más que una cifra oficial medida.

## CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

Las conclusiones del presente de investigación son:

- Se determinó que la carga térmica del microambiente de una cuna de recién nacido ubicada en una vivienda de la ciudad de Santa Rosa – Chiclayo se encuentra en el rango de 100 a 120 W, adoptándose una carga de diseño de 130 W. Este valor considera la transferencia de calor por paredes, la infiltración de aire, el aporte metabólico del recién nacido y cargas térmicas adicionales, constituyéndose en una base técnica suficiente para el dimensionamiento del sistema de climatización localizada.
- Se concluye que el dimensionamiento de los componentes del sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad es técnicamente factible para su aplicación en la cuna de recién nacido, al seleccionarse cinco módulos termoeléctricos TEC1-12706, una fuente de alimentación de 12 V y 40 A, disipadores de calor, ventiladores y un sistema de control térmico. Esta configuración proporciona una capacidad total de enfriamiento de 150 W, valor suficiente para cubrir la carga térmica de diseño con un margen de seguridad operativo.
- Se concluye que el rendimiento técnico y energético del sistema termoeléctrico propuesto es adecuado para la climatización localizada del microambiente de una cuna, ya que alcanza una cobertura térmica de 115,38 %, mantiene un rango de operación de 24 °C a 26 °C y presenta una potencia total de 386 W con un COP de 0,39. Aunque su eficiencia es menor que la de los sistemas convencionales, su aplicación resulta viable en pequeños volúmenes donde se prioriza el control térmico específico y el bajo consumo relativo frente al acondicionamiento de una habitación completa.

- Se concluye que la implementación del sistema de aire acondicionado termoeléctrico en el contexto de una vivienda presenta viabilidad económica, al obtenerse una inversión inicial estimada de S/. 1 270, un VAN de S/. 1 389, una TIR de 42 %, una relación beneficio/costo de 2,09 y un periodo de recuperación de 1,9 años. Estos indicadores demuestran que la propuesta constituye una alternativa rentable para climatización localizada del microambiente de una cuna de recién nacido.
- Se concluye que el sistema propuesto presenta un impacto ambiental favorable, debido a que su enfoque de climatización localizada permite reducir el consumo energético respecto al uso de equipos convencionales destinados a enfriar ambientes completos, disminuyendo así las emisiones indirectas de CO<sub>2</sub> asociadas al suministro eléctrico. En consecuencia, la propuesta no solo resulta técnicamente y económicamente viable, sino también ambientalmente conveniente para su aplicación en viviendas ubicadas en zonas cálidas como Santa Rosa – Chiclayo.

## **5.2. Recomendaciones**

Se recomienda:

- Se recomienda que, en futuras aplicaciones del sistema, la determinación de la carga térmica del microambiente de la cuna sea complementada con mediciones experimentales en diferentes horarios y condiciones climáticas de la ciudad de Santa Rosa – Chiclayo, a fin de obtener valores más precisos y ajustar el diseño a escenarios reales de operación.
- Se recomienda optimizar el dimensionamiento de los componentes del sistema termoeléctrico, especialmente en lo referido a los módulos Peltier, disipadores, ventiladores y materiales de aislamiento, con el propósito de mejorar la eficiencia de enfriamiento, reducir pérdidas térmicas y garantizar un funcionamiento más estable del sistema en la cuna de recién nacido.

- Se recomienda implementar y validar experimentalmente el rendimiento técnico y energético del sistema, incorporando instrumentación para monitorear temperatura, humedad relativa, consumo eléctrico y estabilidad térmica, de modo que se verifique el comportamiento real del prototipo bajo condiciones domiciliarias de uso.
- Se recomienda realizar estudios complementarios de evaluación económica considerando variaciones en la tarifa eléctrica, costos de mantenimiento, vida útil de los componentes y posibles escenarios de reposición, con el fin de fortalecer el análisis de rentabilidad y la proyección financiera de la propuesta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aspajo Tomasto, J. P. (2023). Confort térmico en las viviendas del centro histórico de la ciudad de Iquitos. Lima: Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/146552>
- Calderón Uribe, F. (2019). Evaluación del mejoramiento del confort térmico con la incorporación de materiales sostenibles en viviendas en autoconstrucción en Bosa, Bogotá. Colombia: Scielo. Obtenido de [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0719-07002019000200030](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-07002019000200030)
- Flores Gomez, M. M. (2023). Condiciones de confort térmico en viviendas rurales en el Centro Poblado de Quenafaja - Acora, Puno. Puno: Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/21006>
- Giraldo Castañeda, W., & Daniel Czajkowski, J. (2021). Confort térmico en vivienda social multifamiliar. Colombia. Obtenido de <https://doi.org/10.14718/RevArq.2021.2938>
- Gonzales Toledo, R. D. (2020). Sistema de refrigeración con efecto Peltier y superficies extendidas, para enfriamiento sensible de aire. Caso de estudio: dimensionamiento de una carga térmica de 100 w de refrigeración. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/16524>
- Hidalgo López, R. M. (2022). Evaluación y mejora del confort térmico en viviendas precarias del Asentamiento Humano Santa Patricia I Pachacútec, distrito de Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao. Lima: Universidad Ricardo Palma. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4667>
- Palancar Herráez, L. (2023). Energía térmica. Micro-aprovechamiento térmico residual en viviendas. España. Obtenido de <https://oa.upm.es/76000/>
- Peñaloza Dávila, L. Á. (2022). Evaluación técnica y económica de un sistema eléctrico y térmico sustentable en zonas residenciales utilizando energía solar. Ecuador: Escuela Politécnica Salesiana. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22808>
- Sánchez Cortez, L. P. (2020). El confort térmico en las viviendas rurales alto andinas y las condiciones de salubridad de las familias en los distritos de San José de Quero y

Yanacancha en la Región Junín. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal.  
Obtenido de  
<https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/4450/SANCHEZ%20CORTEZ%20LOZANO%20PEDRO%20-%20DOCTORADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sanchez, H., Reyes, C., & Mejía, K. (2018). Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. Lima: Universidad Ricardo Palma.


Silva Lindo, M., & Depaz Blácido, R. (2016). Mejoramiento del confort térmico de vivienda en uso en la ciudad de Huaraz con el aprovechamiento de la energía solar pasiva. Huaraz: Universidad Nacional «Santiago Antúnez de Mayolo. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.32911/as.2016.v9.n1.211>

Silva Montenegro, E. J. (2023). Propuesta de diseño de un sistema de aire acondicionado basado en termoeléctricidad para mejorar el confort térmico de la cabina del interior de un automóvil mitsubishi mirage 2017 en zonas calurosas. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12893/11558>

# ANEXOS

## Anexo 01: Plano de Ubicación de la Vivienda



|                                                                                       |                                                                                                                                                                     |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO</b><br>Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica                                                                         |                       |
|                                                                                       | TESIS: Diseño de un sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad para mejorar el confort térmico en una vivienda de la ciudad de Santa Rosa - Chiclayo |                       |
|                                                                                       | PLANO: Ubicación de la Vivienda                                                                                                                                     | PLANO Nº: <b>U-01</b> |
|                                                                                       | ALUMNO: Sr. Carlos Daniel Vidaurte Ramirez                                                                                                                          |                       |
| CAD: SAW                                                                              | ESCALA: 1/1000                                                                                                                                                      | FECHA: 02.03.26       |

Anexo 02: Plano de Instalación del sistema TE

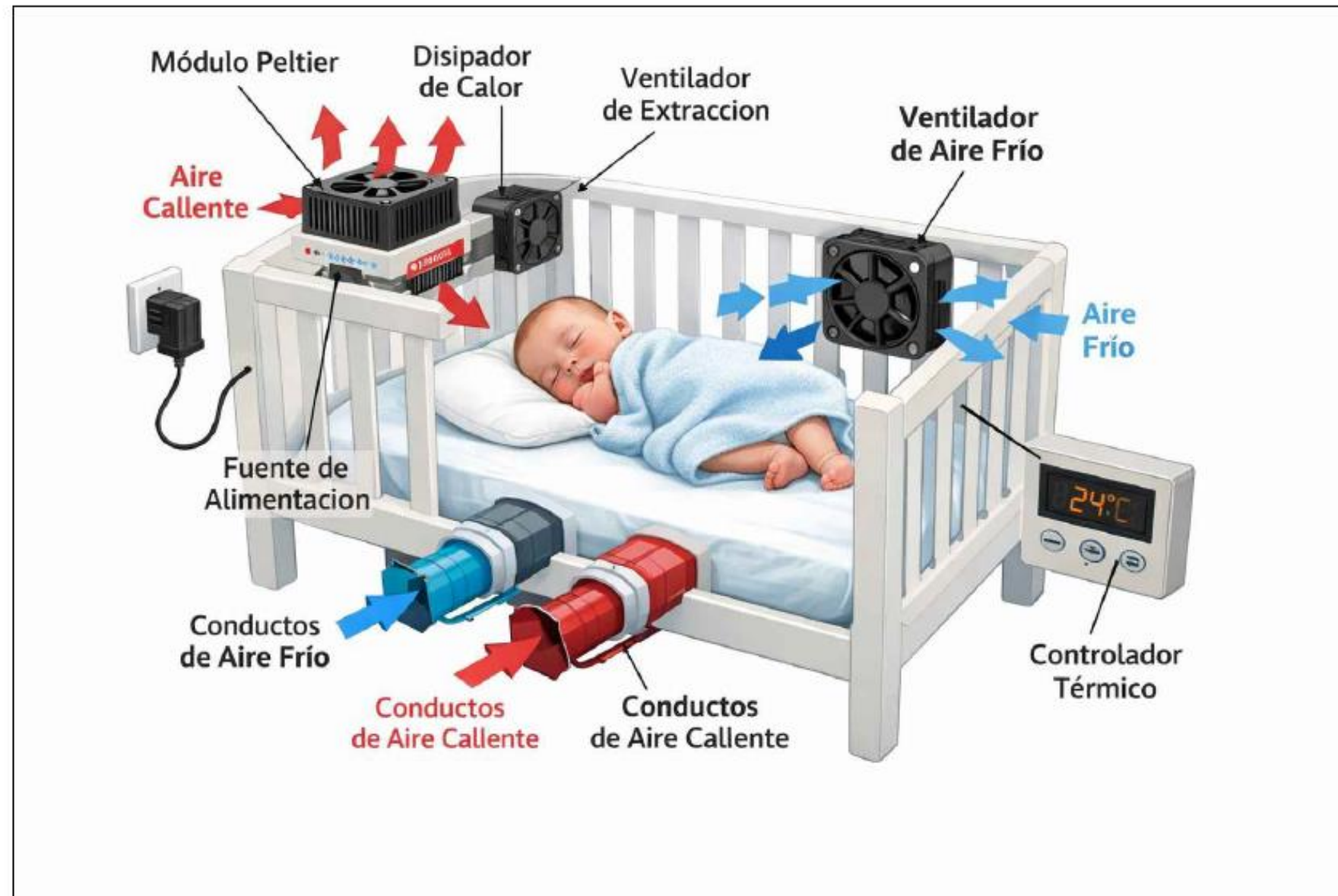


Tabla 2: Componentes del sistema termoelectrico

| Componente                 | Cantidad | Especificación técnica                | Marcas referencial         |
|----------------------------|----------|---------------------------------------|----------------------------|
| Módulos Peltier            | 5        | TEC1-12706, 12 V, 6 A                 | Hebei TEC                  |
| Fuente de alimentación     | 1        | 12 V, 40 A                            | Mean Well                  |
| Disipadores lado caliente  | 5        | Aluminio alta eficiencia (~100 W c/u) | Cooler Master              |
| Ventiladores lado caliente | 5        | 12 V DC, 80-120 mm                    | Cooler Master              |
| Ventiladores lado frío     | 2        | 12 V DC                               | Arctic                     |
| Sensor de temperatura      | 1        | Sensor digital                        | DS18B20 (Maxim Integrated) |
| Controlador de temperatura | 1        | Termostato digital                    | W1209                      |
| Pasta térmica              | 1        | Alta conductividad térmica            | Arctic MX-4                |
| Estructura soporte         | 1        | Aluminio o acrílico técnico           | Bosch Rexroth              |
| Cableado eléctrico         | 1 lote   | Cable cobre AWG 10-12                 | Indeco                     |
| Fuente de protección       | 1        | Fusible o breaker DC                  | Schneider Electric         |

Nota: Elaboración propia



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

TESIS: Diseño de un sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad para mejorar el confort térmico en una vivienda de la ciudad de Baños - Cuzco

PLANO: Esquema del Sistema TE

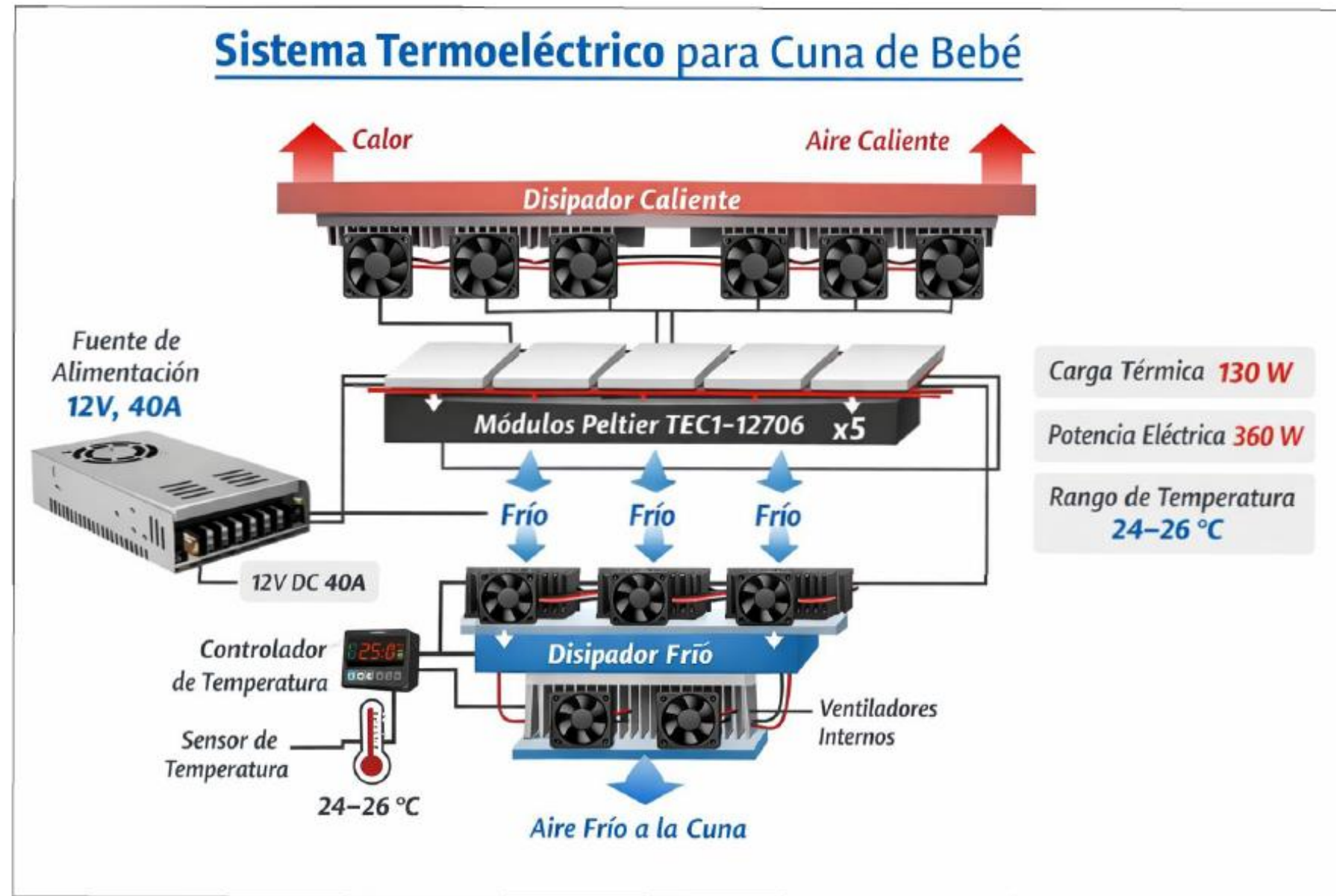
PLANO Nº:


ALUMNO: Sr. Carlos Daniel Vidaurre Ramirez

**P-01**

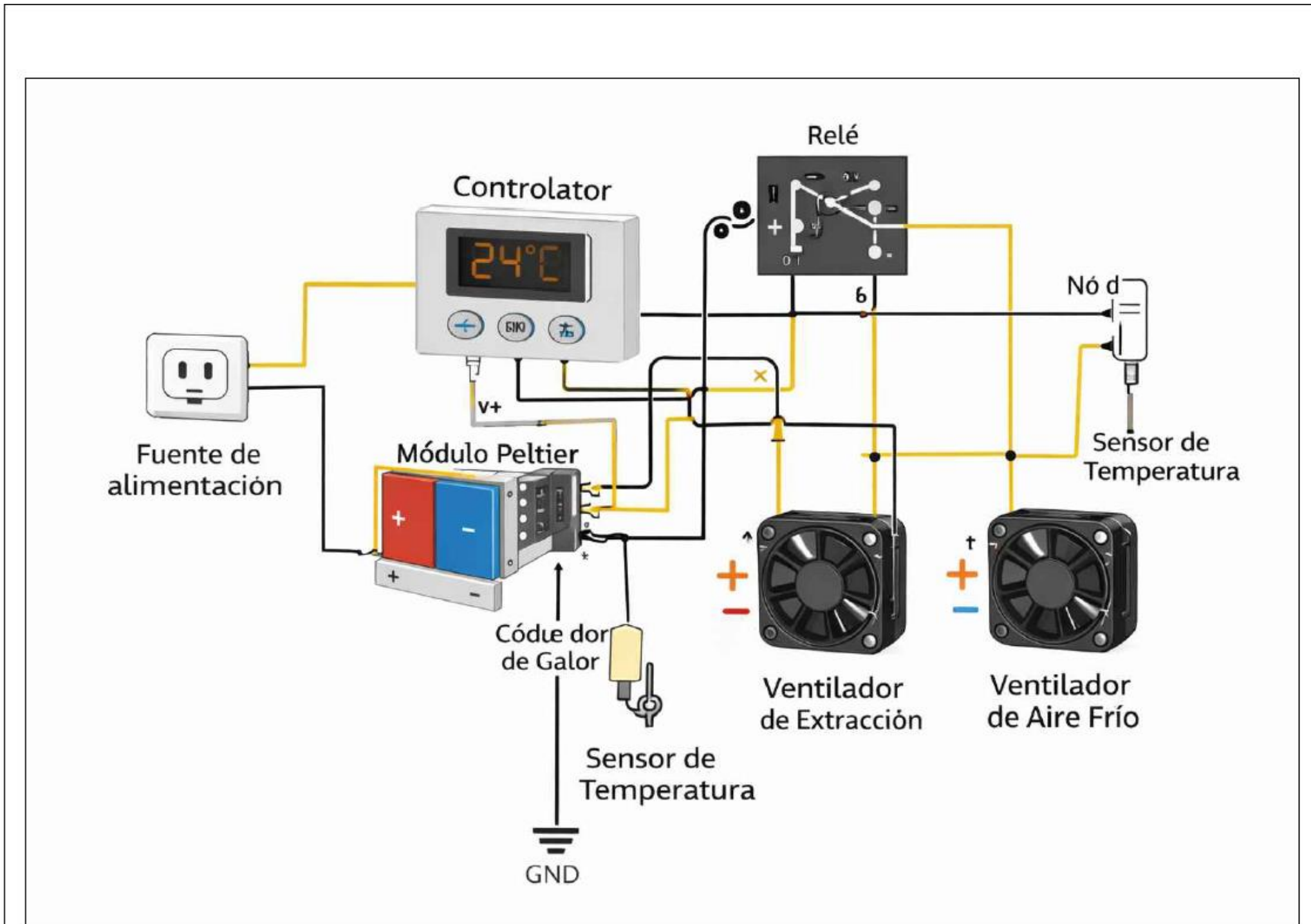
CAD: SAV ESCALA: 1/1000 FECHA: 02.03.20

Anexo 03: Plano del Diagrama de Montaje del sistema TE



|                                                                                       |                                                                                                                                                                     |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO</b><br>Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica                                                                         |                       |
|                                                                                       | TESIS: Diseño de un sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad para mejorar el confort térmico en una vivienda de la ciudad de Santa Rosa - Chiclayo |                       |
|                                                                                       | PLANO: <b>Detalle del Sistema TE</b>                                                                                                                                | PLANO Nº: <b>P-02</b> |
|                                                                                       | ALUMNO: <b>Br. Carlos Daniel Vidaurre Ramirez</b>                                                                                                                   |                       |
| CAD: SAW                                                                              | ESCALA: 1/1000                                                                                                                                                      | FECHA: 02.03.26       |

Anexo 04: Plano del Diagrama Unifilar Eléctrico del sistema TE



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

TESIS: Diseño de un sistema de aire acondicionado basado en termoelectricidad para mejorar el confort térmico en una vivienda de la ciudad de Santa Rosa - Chiclayo

PLANO: Diagrama Eléctrico del Sistema TE

PLANO N°:

ALUMNO: Br. Carlos Daniel Vidaurre Ramirez

**P-03**

CAD: SAW | ESCALA: 1/1000 | FECHA: 07/03/20