



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA



ENFOQUE EN SISTEMAS DE CALEFACCIÓN Y
REFRIGERACIÓN SOSTENIBLES PARA HOGARES CON BAJO
CONSUMO ENERGÉTICO EN JULIOS PARA PUNO 2023

TESIS

PRESENTADA POR:

RAÚL CONDORI RIVERA

WALTER APAZA LUQUE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PUNO – PERÚ

2024



NOMBRE DEL TRABAJO

ENFOQUE EN SISTEMAS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN SOSTENIBLES PARA HOGARES CON BAJO CONSUMO ENERG

AUTOR

**RAUL & WALTER CONDORI RIVERA & AP
AZA LUQUE**

RECuento DE PALABRAS

17849 Words

RECuento DE CARACTERES

94017 Characters

RECuento DE PÁGINAS

127 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.9MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 16, 2024 10:42 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 16, 2024 10:43 AM GMT-5

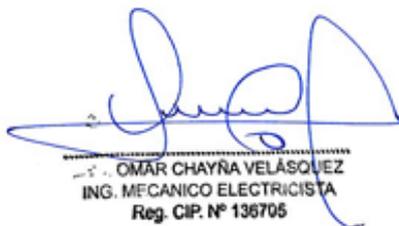
● **16% de similitud general**

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

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)



OMAR CHAYÑA VELÁSQUEZ
ING. MECANICO ELECTRICISTA
Reg. CIP. N° 136705



M.Sc. Felipe Condori Chambilla
SUBDIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
EPIME

Resumen



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Herberto H. Apaza Huisa, Paulina Luque Apaza y a todas mis hermanas por todo el apoyo moral y económica que me brindaron durante todo el proceso de elaboración, pues sin ellos no habría sido posible cumplir con este objetivo.

Walter Apaza Luque



DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, Félix Condori Chuqui y Viane Rivera Mendoza, por su apoyo para poder llegar a esta instancia de mis estudios.

A mi pareja Yeni Lisbeth Mamani ccancapa por su comprensión y por estar siempre a mi lado, ofreciendo palabras de ánimo y apoyo en los momentos más desafiantes.

A mis docentes de las diferentes áreas quienes se encargaron de enseñarme todo lo que se.

Raúl Condori Rivera



AGRADECIMIENTOS

Primeramente, damos gracias a Dios por permitirnos seguir adelante, gracias a nuestra alma mater Universidad Nacional del Altiplano Puno por habernos permitido formarnos en Ella, a nuestros docentes de nuestra escuela profesional Ingeniería Mecánica Eléctrica por habernos compartido todo el conocimiento necesario para podernos desarrollar profesionalmente y a nuestros familiares por todo el apoyo incondicional que nos brindaron en toda esta etapa de nuestras vidas.

Raúl Condori Rivera

Walter Apaza Luque



ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ANEXOS

ACRÓNIMOS

RESUMEN 16

ABSTRACT 17

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. BREVE RESEÑA..... 18

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 18

1.3. JUSTIFICACION..... 20

1.4. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION..... 22

1.4.1. Hipótesis General..... 22

1.4.2. Hipótesis Específicas..... 22

1.5. OBJETIVOS DEL PROYECTO..... 23

1.5.1. Objetivo General..... 23

1.5.2. Objetivos Específicos 23



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES.....	24
2.1.1. Internacionales	24
2.1.2. Nacionales.....	26
2.2. REFERENCIAS TEÓRICAS.....	30
2.2.1. Con referencia al objetivo “Evaluar el consumo energético en julios de los sistemas de calefacción sostenibles”, referimos el siguiente marco teórico:	30
2.2.2. Con referencia al objetivo “Evaluar el consumo energético de los sistemas de refrigeración sostenibles en costos”, referimos el siguiente marco teórico:.....	39
2.2.3. Con referencia al objetivo “Evaluar la eficiencia energética de los sistemas de calefacción y refrigeración sostenibles para hogares”, referimos el siguiente marco teórico:	43

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CON REFERENCIA AL OBJETIVO “EVALUAR EL CONSUMO ENERGÉTICO EN JULIOS DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN SOSTENIBLES”	46
3.2. CON REFERENCIA AL OBJETIVO “EVALUAR EL CONSUMO ENERGÉTICO DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN SOSTENIBLES EN COSTOS”	80



3.3. CON REFERENCIA AL OBJETIVO “EVALUAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN SOSTENIBLES PARA HOGARES”	85
---	-----------

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

V. CONCLUSIONES	90
VI. RECOMENDACIONES	92
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
ANEXOS	96

Área: Ingeniería Mecánica

Tema: Transferencia de calor

FECHA DE SUSTENTACION: 23 de septiembre de 2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Caracterización Bioclimática de Zona de Estudio	46
Tabla 2 Caracterización de Casa 01 (Material Noble)	47
Tabla 3 Caracterización de Componentes de Casa 01	48
Tabla 4 Caracterización de Casa 02 (Material Rústico).....	51
Tabla 5 Caracterización de Componentes de Casa 02	52
Tabla 6 Caracterización de Casa 03 (Material Noble)	54
Tabla 7 Caracterización de Componentes de Casa 03	55
Tabla 8 Caracterización de Componentes de Casas	60
Tabla 9 Demanda de energía para calefacción casa 01	63
Tabla 10 Demanda de energía para calefacción casa 02	64
Tabla 11 Demanda de energía para calefacción casa 03	64
Tabla 12 Consumo anual de energía eléctrica 2023 casa 01	66
Tabla 13 Consumo anual de energía eléctrica 2023 casa 02	67
Tabla 14 Consumo anual de energía eléctrica 2023 casa 03	68
Tabla 15 Consumo de energía eléctrica de electrodomésticos por casa.....	69
Tabla 16 Artefactos de Calefacción Identificados con Potencia Nominal	71
Tabla 17 Demanda de calor por hogares	72
Tabla 18 Cálculo de transmitancia para 1 m ² con materiales sostenibles	75
Tabla 19 Demanda de energía para calefacción sostenible casa 01	77
Tabla 20 Demanda de energía para calefacción sostenible casa 02	77
Tabla 21 Demanda de energía para calefacción sostenible casa 03	78



Tabla 22 Artefactos de calefacción eficientes medido en categoría A.....	79
Tabla 23 Demanda de calor por hogares sostenible	80
Tabla 24 Demanda de energía para refrigeración casa 01.....	81
Tabla 25 Demanda de energía para refrigeración casa 02.....	82
Tabla 26 Demanda de energía para refrigeración casa 03.....	82
Tabla 27 Artefactos de refrigeración identificados con potencia nominal.....	83
Tabla 28 Demanda de refrigeración por hogares	83
Tabla 29 Demanda de refrigeración sostenible por hogares	85
Tabla 30 Demanda de energía por hogares	87
Tabla 31 Demanda de energía sostenible por hogares	87
Tabla 32 Eficiencia energética de calefacción y refrigeración sostenibles	87



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Inercia térmica en paredes	33
Figura 2 Consumo energético	34
Figura 3 Sistema con bomba centrífuga	35
Figura 4 Condiciones de la capa de ozono	40
Figura 5 Inflación sobre la calidad de la vivienda	43



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. Valores de Conductividad Térmica	96
ANEXO 2. Ficha Técnica de Calefactor Imaco 800W	98
ANEXO 3. Ficha Técnica de Calefactor Orange Ptc 2000W.....	99
ANEXO 4. Ficha Técnica de Estufa Sole 600-1500 W	100
ANEXO 5. Ficha Técnica de Estufa Sole 800-2000 W	101
ANEXO 6. Ficha Técnica de Estufa Sole 1000-2000 W	102
ANEXO 7. Ficha Técnica de Rapi ducha Rotoplas 4500 W	103
ANEXO 8. Ficha Técnica de Ducha Maxi 5500 W	104
ANEXO 9. Ficha Técnica de Ducha Lorenzetti 5500 W	105
ANEXO 10. Ficha Técnica de Terma Sole 1200 W.....	106
ANEXO 11. Ficha Técnica de Terma Sole 1500 W.....	107
ANEXO 12. Ficha Técnica de Refrigeradora Sole 75 W.....	108
ANEXO 13. Ficha Técnica de Refrigeradora LG 160 W.....	109
ANEXO 14. Ficha Técnica de Refrigeradora Samsung 140 W	110
ANEXO 15. Ficha Técnica de Frigobar 90 W	111
ANEXO 16. Plano de Casa 01	112
ANEXO 17. Plano de Casa 01 Instalaciones Eléctricas	113
ANEXO 18. Plano de Casa 02	114
ANEXO 19. Plano de Casa 02 Instalaciones Eléctricas	115
ANEXO 20. Plano de Casa 03	116
ANEXO 21. Plano de Casa 03 Instalaciones Eléctricas.....	117
ANEXO 22. Detalle de sistema de Aislamiento Térmico de Vidrio.....	118
ANEXO 23. Detalle de sistema de Aislamiento en Muros	119



ANEXO 24. Registro Fotográfico Casa 02	120
ANEXO 25. Medición de Temperatura en Casa 02	121
ANEXO 26. Materiales en Casa 02.....	121
ANEXO 27. Instalación para Pruebas Casa 02	122
ANEXO 28. Utilización de Materiales según Cálculos Casa 02.....	122
ANEXO 29. Medición de Parámetros Casa 02	123
ANEXO 30. Verificación de Medidas Casa 02.....	123
ANEXO 31. Declaración jurada de autenticidad de tesis “Raul condori rivera”	124
ANEXO 32. Declaración jurada de autenticidad de tesis “Walter apaza luque”	125
ANEXO 33. Autorización para el depósito de tesis en el repositorio institucional “Raul Condori Rivera”	126
ANEXO 34. Autorización para el depósito de tesis en el repositorio institucional “Walter apaza luque”	127



ACRÓNIMOS

°C:	:	Grados centígrados
ACS	:	Agua caliente sanitaria y calefacción
AHRI	:	Calificación de rendimiento de enfriamiento de agua
CAI	:	Calefacción por aire
CFC	:	Clorofluorocarbonos
CO ₂	:	Dióxido de carbono
COP	:	Coefficiente de rendimiento
EPR	:	Responsabilidad extendida del productor
HCFC	:	Hidroclorofluorocarbonos
hrs.	:	Horas
IPMVP	:	Protocolo internacional de medición y verificación del rendimiento
k	:	Llamado factor de cobertura
KJ	:	Kilo Joule
Km.	:	Kilómetros
kW	:	Kilo Watt
m ²	:	Metros cuadrados
MW	:	Mega Watt
MW-h	:	Mega Watt Hora
PCM	:	Material de cambio de fase
W/m ²	:	Vatios por metro cuadrado
IDEA	:	Internacional es una organización intergubernamental
RD	:	Resolución Directoral
RER	:	Recursos energéticos renovables



SENAMHI	:	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
T6	:	Temperatura de confort
T9	:	Temperatura de operación
U	:	Incertidumbre expandida
u	:	Incertidumbre típica
uc	:	Intervalos de confianza
UEE	:	Uso Eficiente de la Energía
UV	:	Rayos Ultra violeta
V c.c.	:	Tensión continua
VN	:	Valor Neto
W/m ² - °C	:	Unidad de Transmitancia Térmica en Grados



RESUMEN

Actualmente el enfoque en sistemas de calefacción y refrigeración sostenibles con bajo consumo energético es una iniciativa clave para la búsqueda de soluciones, tener una idea del valor de la eficiencia energética de los equipos actuales y la reducción de la huella ambiental en el sector de la construcción. Este enfoque implica la adopción de tecnologías y prácticas diseñadas para minimizar el uso de energía en la climatización de edificios, garantizando al mismo tiempo un ambiente interior cómodo y saludable. La investigación en este campo se centra en evaluar el impacto de sistemas sostenibles en la reducción del consumo de energía, analizar los beneficios económicos asociados, explorar tecnologías avanzadas y superar los desafíos en su implementación. La metodología aplicada para el análisis de los objetivos propuestos, se han basado en el análisis cuantitativo, con revisión amplia de la literatura pertinente, aplicando estadística inferencial. Los resultados de esta investigación han determinado finalmente que es posible mejorar significativamente la eficiencia energética en las viviendas de la región de Puno, tanto en aquellas construidas con materiales nobles como en las de tipo rústico, se observa un potencial de mejora del 12% para calefacción y refrigeración en viviendas de material noble, y hasta un 20% en viviendas de material rústico “Adobe”. En conclusión, es fundamental promover la adopción generalizada de sistemas de calefacción y refrigeración sostenibles, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático y al ahorro de recursos energéticos. Esto con la esperanza que los resultados obtenidos aporten para mejorar las políticas de desarrollo sostenible para sistemas de calefacción y refrigeración en nuestro país.

Palabras clave: Sostenible, Calefacción, Refrigeración, Eficiencia, Consumo Energético.



ABSTRACT

Currently, the focus on sustainable heating and cooling systems with low energy consumption is a key initiative for finding solutions, having an idea of the value of the energy efficiency of current equipment and reducing the environmental footprint in the construction sector. This approach involves the adoption of technologies and practices designed to minimize energy use in building climate control, while ensuring a comfortable and healthy indoor environment. Research in this field focuses on evaluating the impact of sustainable systems on reducing energy consumption, analyzing the associated economic benefits, exploring advanced technologies and overcoming challenges in their implementation. The methodology applied for the analysis of the proposed objectives has been based on quantitative analysis, with an extensive review of the relevant literature, applying inferential statistics. The results of this research have finally determined that it is possible to significantly improve energy efficiency in homes in the Puno region, both in those built with noble materials and in those of a rustic type, a potential improvement of 12% is observed for heating. and cooling in homes made of noble materials, and up to 20% in homes made of rustic “Adobe” materials. In conclusion, it is essential to promote the widespread adoption of sustainable heating and cooling systems, thus contributing to the mitigation of climate change and the saving of energy resources. This is with the hope that the results obtained will contribute to improving sustainable development policies for heating and cooling systems in our country.

Keywords: Sustainable, Heating, Cooling, Efficiency, Energy Consumption.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. BREVE RESEÑA.

En la actualidad, la gestión sostenible de la energía se ha convertido en una preocupación central a nivel global, impulsada por la creciente conciencia de los impactos medioambientales derivados del consumo desmedido de recursos energéticos, en este contexto, la búsqueda de soluciones que promuevan sistemas de calefacción y refrigeración sostenibles para hogares emerge como una prioridad crucial, especialmente en regiones donde las condiciones climáticas extremas exigen un consumo significativo de energía para mantener un ambiente confortable. Puno, ubicado en el altiplano peruano, enfrenta retos únicos en términos de suministro de energía y condiciones climáticas, la demanda de calefacción en los hogares, especialmente en las épocas de bajas temperaturas, impulsa el uso de sistemas que, históricamente, han dependido de fuentes convencionales no renovables, este escenario plantea la necesidad imperante de transitar hacia soluciones sostenibles que equilibren la comodidad térmica con la responsabilidad ambiental.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La ciudad de Puno, ubicada en el altiplano peruano, enfrenta desafíos particulares en términos de consumo energético, dado su clima frío y las variaciones extremas de temperatura a lo largo del año, la demanda de calefacción en el invierno y refrigeración en el verano y para conservar alimentos se traduce en una presión considerable sobre los recursos energéticos locales, este escenario plantea la necesidad imperante de adoptar



enfoques innovadores y sostenibles que no solo mitiguen el impacto ambiental, sino que también reduzcan los costos asociados al consumo energético en los hogares.

La presente tesis se propone abordar esta problemática desde una perspectiva integral, enfocándose en la implementación de sistemas de calefacción y refrigeración sostenibles en hogares de Puno, a través de un análisis detallado de las condiciones climáticas locales, las prácticas habituales de consumo energético y las tecnologías disponibles, se buscará proponer soluciones viables y eficientes que no solo satisfagan las necesidades de confort térmico de los habitantes, sino que también minimicen la huella ambiental y promuevan un consumo energético responsable.

El estudio se llevó a cabo durante el año 2023, considerando las particularidades estacionales que influyen en los patrones de consumo de energía en Puno, además, se pretendió integrar un enfoque participativo, involucrando a la comunidad local en el proceso de investigación y desarrollo de soluciones adaptadas a sus necesidades específicas, la implementación de sistemas de calefacción y refrigeración sostenibles no solo tiene el potencial de transformar la realidad energética de los hogares en Puno, sino que también puede sentar un precedente valioso para otras regiones que enfrentan desafíos similares, a medida que avanzamos hacia un futuro donde la sostenibilidad energética es imperativa, esta investigación aspira a contribuir significativamente al conocimiento científico y a la aplicación práctica de soluciones que impulsen la eficiencia y la responsabilidad ambiental en el ámbito residencial, así mismo, se tiene como objetivos: Evaluar el consumo energético en julios de los sistemas de calefacción sostenibles. Evaluar el consumo energético de los sistemas de refrigeración sostenibles en costos y finalmente Evaluar la eficiencia energética de los sistemas de calefacción y refrigeración sostenibles para hogares en Puno.



Se plantea realizar una investigación cuantitativa, iniciando con revisión bibliográfica de estudios previos relacionados con sistemas de calefacción y refrigeración sostenibles, analizar datos recopilados de consumo energético en 03 hogares antes y después de la implementación de sistemas sostenibles.

El análisis estadístico para evaluar las hipótesis planteadas, considerará el análisis de:

Variables independientes:

- Energía de sistemas de calefacción sostenibles.
- Energía de sistemas de refrigeración sostenibles.

Variable Dependiente:

- Eficiencia energética de los sistemas de calefacción y refrigeración sostenibles

La Población selecciona aleatoriamente es de 12 unidades de (hogares) viviendas, de esta población se ha determinado que la muestra es de 03 hogares que representarán los objetos de análisis, para ello, se han seleccionado 03 hogares donde se disponga de permisos para efectuar las mediciones respectivas.

1.3. JUSTIFICACION.

En la actualidad se tiene consumo energético en crecimiento, por lo tanto, un enfoque en sistemas de calefacción y refrigeración sostenibles con bajo consumo energético es fundamental para preservar el planeta, razones que van desde la protección del medio ambiente hasta la eficiencia económica y la mejora de la calidad de vida, así mismo, se justifica con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero: Los



sistemas convencionales de calefacción y refrigeración suelen depender en gran medida de combustibles fósiles, como el gas natural o el petróleo, que liberan grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂) y otros gases de efecto invernadero a la atmósfera. Al adoptar sistemas sostenibles y eficientes, se reduce significativamente la huella de carbono, contribuyendo así a la lucha contra el cambio climático y la preservación del medio ambiente, el ahorro de energía y recursos en generación de los sistemas sostenibles de calefacción y refrigeración tienden a ser mucho más eficientes en el uso de la energía, esto no solo reduce el costo de las facturas de energía para los consumidores, sino que también disminuye la demanda global de energía (ahorro energético), lo que puede conducir a la conservación de los recursos naturales limitados, como el petróleo y el gas natural, también podemos mencionar sobre la mejora de la calidad del aire interior, actualmente los sistemas de calefacción y refrigeración convencionales pueden contribuir a la mala calidad del aire interior debido a la acumulación de polvo, alérgenos y contaminantes, los sistemas sostenibles deben incluir tecnologías de filtración de aire avanzadas y ventilación adecuada, lo que mejora la calidad del aire interior y, por lo tanto, la salud y el bienestar de los ocupantes de las viviendas, la innovación y desarrollo tecnológico conllevan a un enfoque de sistemas sostenibles que fomentan la inversión en investigación y desarrollo de tecnologías más avanzadas y eficientes, esto no solo crea oportunidades de empleo en el sector de la energía renovable, sino que también promueve la innovación tecnológica que puede beneficiar a otras industrias y a la sociedad en su conjunto, dentro del marco normativo y regulaciones ambientales que se disponen en el Perú, se vienen implementando de manera parsimoniosa, por lo que, se tienen muchos retos para mejorar en tecnología y calidad de desarrollo sustentable en Puno como en el Perú, sin embargo en otros países europeos se tienen buenos resultados con las regulaciones ambientales que se están volviendo más estrictas, lo que exige que las



empresas y los individuos adopten prácticas sostenibles, centrarse en sistemas de calefacción y refrigeración sostenibles ayuda a cumplir con estas regulaciones y a evitar posibles sanciones o restricciones futuras según los criterios que disponen en la regulación normativa europea, también, la adopción de prácticas sostenibles es cada vez más importante para la reputación de las empresas y la responsabilidad social corporativa, mostrar un compromiso con la sostenibilidad puede mejorar la imagen de una organización y atraer a consumidores y clientes que valoran la responsabilidad ambiental, el enfoque en sistemas de calefacción y refrigeración sostenibles con bajo consumo energético no solo es beneficioso para el medio ambiente, sino que también tiene un impacto positivo en la economía, la salud y el bienestar de las personas, la resiliencia energética y la responsabilidad social, por lo tanto, es una elección estratégica y ética que promueve un futuro más sostenible y saludable para todos.

1.4. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION.

1.4.1. Hipótesis General

- a) La adopción de tecnologías avanzadas en sistemas de calefacción y refrigeración contribuye a la sostenibilidad.

1.4.2. Hipótesis Específicas

- a) La implementación de sistemas de calefacción sostenibles reduce significativamente el consumo energético en edificios.
- b) La implementación de sistemas de refrigeración sostenibles reduce significativamente el consumo energético en edificios.



1.5. OBJETIVOS DEL PROYECTO.

1.5.1. Objetivo General

- a) Evaluar la eficiencia energética de los sistemas de calefacción y refrigeración sostenibles.

1.5.2. Objetivos Específicos

- a) Evaluar el consumo energético de los sistemas de calefacción sostenibles.
- b) Evaluar el consumo energético de los sistemas de refrigeración sostenibles.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES.

De acuerdo a una exhaustiva revisión sobre investigaciones referidas al tema, hemos logrado obtener dentro de las más actuales, conclusiones que ayudan a avizorar un panorama de referencia que tiene relación directa con el tema de investigación, por lo que, citamos estas conclusiones de la siguiente manera:

2.1.1. Internacionales

- a) Introducir un recuperador de calor permite una recuperación de un 33.78 % de la energía primaria respecto al caso de introducir ventilación mecánica sin recuperador. El enfriamiento gratuito supone un ahorro de la demanda de frío superior al 50 %. El consumo eléctrico asociado a esta energía térmica depende del COP estacional de la bomba de calor, no obstante, se puede afirmar que se recuperan entre 0,6-3,3 MWh mensuales (en los meses de demanda de frío). Con un COP estacional favorable, el ahorro puede ser de 2,3 toneladas de dióxido de carbono. (Fernández, 2021, pág. 257).

Sustituir la instalación de iluminación de fluorescentes por leds supone un ahorro energético del 71,5 % del consumo de red. Un edificio como el que se aborda en este trabajo en la actualidad emite 70,9 toneladas de dióxido de carbono asociadas a la iluminación mientras que el mismo edificio con una instalación de led emite 8,5 toneladas de dióxido de carbono aproximadamente (Fernández, 2021, pág. 257).



- b) Contribuyendo al conocimiento de estrategias pasivas alineadas con los principios de la arquitectura bioclimática, con el objeto de diseñar los edificios de uso educativo de manera consciente en relación con el clima y las condiciones de la ubicación territorial y geográfica, más respetuosos con los recursos disponibles y su forma de utilización, y garantizando su autonomía en situaciones de posibles fluctuaciones en el suministro o el coste de la energía. La investigación se ha desarrollado teniendo en cuenta la tipología de este tipo de edificios y sus especificidades, así como sus características constructivas, particularidades de mantenimiento, patrón de funcionamiento y régimen de uso a lo largo de su vida útil. Se han proporcionado soluciones específicas para el sur de Europa y el clima mediterráneo, adecuadas a sus características climatológicas que no proceden de estudios heredados de otros climas. (Gil, 2020, pág. 306).

Se ha identificado la inexistencia de prescripciones o desarrollo normativo sobre técnicas de diseño de VN en edificación en España, proponiendo una solución concreta a través de un modelo diseñado y dimensionado con herramientas de simulación, aplicado al caso uso docente en clima mediterráneo. Con esta solución se garantiza el cumplimiento de las exigencias técnicas que establece la normativa en relación a la reducción de la huella de carbono de los edificios (consumos de energía y emisiones de CO₂) y el diseño de edificios de consumo de energía casi nulo, a la vez que los aspectos de salubridad y CAI, considerando todos los parámetros relacionados con la vida útil de los edificios, demostrando la reducción de costes de inversión inicial y mantenimiento, teniendo en cuenta el carácter ejemplarizante de las administraciones públicas (Gil, 2020, pág. 306).



2.1.2. Nacionales

- a) PRIMERA: La generación de energía a través de biomasa es una fuente de energía renovable y con una participación importante en la matriz energética del país, llegando a una potencia instalada de 485 MW, con un el 16% de la participación dentro de las energías renovables. De los antecedentes expuestos en este trabajo, se puede concluir que existe un potencial de incorporación a la matriz energética del país de 721 MW, considerando biomasa forestal y agrícola. Esto no considera el aporte que podría realizar el bosque nativo (Manrique, 2022, pág. 58).
- b) SEGUNDO: Mediante los datos obtenidos se logró calcular la eficiencia de cada radiador y del sistema de calefacción con radiadores de aluminio teniendo como resultado que cuando los tres radiadores trabajan simultáneamente se llega a obtener una temperatura de confort térmico adecuado de 25 °C a más (Chambi & Cahui, 2022, pág. 109).
- c) El factor de la accesibilidad, en esta nueva clasificación originada luego de aplicados los instrumentos de investigación, juega un papel importante dentro de un escenario hacia un desarrollo constructivo más sostenible en el sector residencial, tanto así, que resulta como único factor dentro de un componente que lleva el mismo nombre. Este primer hallazgo se diferencia, más no discrepa, de lo hallado en la literatura, donde la accesibilidad está considerada dentro de un gran componente principal denominado “Viabilidad Económica”. (Ardiles, 2021, pág. 107).

Es en el segundo componente donde podemos encontrar una mixtura de los factores descritos en los 3 componentes brindados por la literatura. En



este punto se precisan factores como: Información/ conocimiento en construcción sostenible, marco legal, periodo de recuperación e inversión inicial; pues bien, en este segundo componente denominado “Inversión Inicial”, es donde estos factores configuran finalmente la inversión que implica la aplicación de criterios de sostenibilidad en las edificaciones residenciales multifamiliares en nuestro entorno geográfico (Ardiles, 2021, pág. 107).

- d) Se concluye que, el diseño del tanque acumulador tipo intercambiador usando PCM, se ve favorecido para aplicación en sistemas de calefacción de ambientes en la región Puno, debido a que el diseño logra un tiempo de autonomía de 20,600s (5 Horas y 40 min aproximadamente) en horas de noche manteniendo la temperatura de confort en 21°C, así mismo, durante su funcionamiento en el día, logra mantener la temperatura de confort en 21°C sin afectar la disponibilidad de autonomía del mismo, esto quiere decir que se logra mantener el PCM en estado Líquido para el aprovechamiento de su energía almacenada durante la noche. (Saavedra & Mamani, 2021, pág. 181).

La implementación de controladores PID satisface la operatividad del sistema de calefacción durante el proceso de operación. Regulando la potencia de la resistencia y el caudal del fluido calefactor se logra mantener los parámetros establecidos como son la temperatura de confort T6 en 21°C y la temperatura de operación T9 en el interior del tanque por encima de los 60°C para así conservar en estado líquido el PCM dentro del acumulador permitiendo la disponibilidad de autonomía durante la noche (Saavedra & Mamani, 2021, pág. 181).



- e) Según características propias del lugar se establece la orientación de la edificación para poder tener mayor incidencia solar y mayor fachada efectiva en la edificación también la orientación sirve para el control y amortiguamiento del viento con brisa fría también se busca que toda actividad se desarrolle dentro de la infraestructura ya que las condiciones del medio no son las favorables, se trata que cada elemento de energía pasiva aproveche al máximo la radiación solar las ventanas cuentan con láminas de control UV permitiendo el paso de luz pero no de radiación para poder controlar la edificación también se logra que toda abertura cuente con un aislamiento entre la estructura y el elemento, la forma y la dimensión de los ambientes busca que los materiales aporten a controlar el ambiente térmicamente utilizando muros compuestos dobles con núcleo de poliestireno expandido de densidad media y muros de mayor espesor utilizando materiales con mayor índice de inercia térmica en la envolvente como muros pisos y cubiertas (Vilca, 2020, pág. 167).
- f) El balance energético del domo experimental está determinado por las pérdidas y aportes de calor, considerándose 2 estados comparativos inicial para espesor del PER de 5 cm y final para espesor del PER de 10 cm, cuyos coeficientes globales de transferencia de calor son respectivamente $0.5934 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ y $0.3212 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ Según las mejoras realizadas se redujo las pérdidas de calor principalmente en la transmisión, considerando 17 hrs (durante el día en que no hay el sol) y 12 hrs durante la noche (de 6 pm a 6 am); cuyos resultados se indican en las siguientes tablas de pérdidas de calor (Salinas, 2020, pág. 172).



- g) La demanda energética que requiere el sistema térmico solar para satisfacer de agua caliente sanitaria (ACS) al hotel es de 157586 KJ de energía, demanda validada por las condiciones de diseño ambientales que se utilizaron en su cálculo como la temperatura de consumo del agua caliente (40°C) y la temperatura de ingreso del agua mínima (11°C) en base a temperaturas mínimas del ambiente registradas por el SENAMHI. (Arhuire & Hanco, 2020, pág. 106).

Finalmente, la determinación del número de tubos de vacío termo sifónicos que requieren los colectores solares del sistema térmico diseñado es de 60 tubos, número que nos da una idea que las termas solares existentes en el medio están sobre dimensionados, los que podrían producir agua caliente con menor número de tubos, si se toman como referencia las consideraciones de diseño considerados en el trabajo de tesis. (Arhuire & Hanco, 2020, pág. 106).

Rediseñando el sistema térmico solar por cuestiones técnicas de mantenimiento y operación, el sistema térmico solar del hotel que satisficará la producción de agua sanitaria de 1300 litros estará constituido por cuatro termas solares, cada una de 400 litros de capacidad con un colector solar de 16 tubos de vacío (Arhuire & Hanco, 2020, pág. 106).

- h) En el análisis realizado, se obtiene como resultado una reducción en la demanda de potencia de 33,8 kW y una reducción del consumo de energía de 130000 kWh/año, utilizando la Opción A del protocolo IPMVP. En el análisis posterior realizado, se obtiene como resultado una reducción de potencia de 98,2 kW, utilizando la Opción B del protocolo IPMVP. De acuerdo al



protocolo internacional IPMVP, es posible combinar más de una opción A, B, C o D, en la medida que una mayor precisión conlleve a un mayor beneficio económico proveniente de la comprobación de los ahorros esperados (Chambergó & Aguinaga, 2019, pág. 137).

2.2. REFERENCIAS TEÓRICAS.

2.2.1. Con referencia al objetivo “Evaluar el consumo energético en julios de los sistemas de calefacción sostenibles”, referimos el siguiente marco teórico:

Los establecimientos de salud son la primera y la última línea de defensa frente a los impactos del cambio climático. Son responsables de grandes emisiones de GEI y, al mismo tiempo, brindan los servicios necesarios y asisten a las personas que se ven afectadas por el clima extremo y otros peligros climáticos a largo plazo. Sin embargo, a medida que el clima sigue cambiando, los riesgos a los sistemas y establecimientos de salud - como hospitales, clínicas y establecimientos primarios de salud - aumentan, mientras que las y los profesionales de la salud tienen cada vez menos posibilidades de proteger a las comunidades frente a los distintos peligros climáticos. (Risso y otros, 2021, págs. 40-41).

Entre 2000 y 2018, la mortalidad por calor en personas mayores de sesenta y cinco años aumentó un 53,7 %. Por otra parte, también aumentó el número de días que la gente estuvo expuesta a riesgo muy alto o extremadamente alto de peligro de incendio en 2016-19 en comparación con 2001-04, entre muchos otros desafíos que ha traído el cambio climático (Risso y otros, 2021, págs. 40-41).



Su finalidad es cuantificar el consumo energético real para calefacción total del conjunto de unidades de vivienda principales según tipología, zona climática y fuente energética. Se emplea como fuente de datos el proyecto SECH-SPAHOUSEC de IDEA y se estima la proporción de energía que debe sustraerse debido a viviendas secundarias y viviendas sin suficientes datos para ser analizados. (Cuchí y otros, 2017, págs. 29, 36).

La transición hacia una red de calefacción urbana de nueva generación requiere un cálculo correcto de las dimensiones en cuanto a compatibilidad con el parque inmobiliario existente y el diseño correcto de redes y conexiones al consumidor. En áreas de nuevo desarrollo con edificios de bajo consumo energético, el desarrollo de redes de calefacción urbana de cuarta generación puede resultar especialmente adecuado. Sin embargo, en ciudades con una red de energía urbana ya existente, esto puede traducirse en la necesidad de adaptar instalaciones y modernizar edificios. (Cuchí y otros, 2017, págs. 29, 36).

Se pueden anticipar tres situaciones principales: la modernización de un sistema de energía urbana ya existente, el desarrollo de un nuevo sistema de energía urbana en un área ya existente y un nuevo sistema de energía urbana en un área de nueva creación. Todas estas situaciones tienen las mismas características (Cuchí y otros, 2017, págs. 29, 36).

Se mostró que el Perú cuenta con un potencial de recursos energéticos renovables (RER) considerable: 100 223 MW, sin incluir la tecnología fotovoltaica. Aproximadamente el 31% de este potencial corresponde a RER no convencionales. Es decir, existe un amplio margen para que nuestro país



contribuya con la reducción de gases de efecto invernadero proveyendo energía limpia. (Vásquez, 2017, págs. 253, 268).

El término smart grid (redes inteligentes, en español) agrupa diversos tipos de tecnología, tanto en el segmento upstream (empresas generadoras) como en el segmento downstream (clientes finales). En ese sentido, se puede referir, por ejemplo, a medidores inteligentes que calculan la producción, el consumo y las tarifas en tiempo real, o a instrumentos de comunicación (sensores y redes de comunicación) que transmiten información del estado de la red eléctrica en tiempo real. (Vásquez, 2017, págs. 253, 268).

La introducción de las smart grids aparece como una alternativa interesante para aliviar las amenazas a la confiabilidad del sistema eléctrico, pues permite brindar una oferta de energía más eficiente, más confiable, genera mejoras en la calidad del servicio, permite la disminución de pérdidas de energía y facilita la conservación del ambiente (Vásquez, 2017, págs. 253, 268).

a) Acerca de los Poliestireno expandido

Se conoce que los materiales tienen impacto significativo en la transferencia de calor, también conocido como “Tecnopor”, se utiliza en los procesos constructivos y donde se requiera aislar térmicamente áreas determinadas, así mismo puede ser utilizado en techos y paredes para el aislamiento térmico y acústico. También es empleado en envases contenedores de alimentos para preservar su temperatura. (Cengel & Ghajar, 2011, pág. 633)

Existen otras consideraciones en la selección de los intercambiadores de calor que pueden ser importantes o no, dependiendo de la aplicación. Por ejemplo, ser herméticos es una consideración importante cuando se trata con fluidos tóxicos

o costosos. En el proceso de selección algunas otras consideraciones importantes son la facilidad para darles servicio, un bajo costo de mantenimiento y la seguridad y la confiabilidad. El silencio es una de las consideraciones importantes en la selección de los intercambiadores de líquido hacia aire que se usan en las instalaciones de calefacción y acondicionamiento del aire (Cengel & Ghajar, 2011, pág. 633).

b) Principios de la Eficiencia Energética

Eligiendo mensual, calcula los promedios mensuales de radiación solar para el lugar elegido, mostrando en gráficos o tablas cómo el promedio solar varía a lo largo de un periodo de varios años. Diariamente, muestra el promedio de la irradiación solar para cada hora del día durante un mes elegido, con el promedio tomado de todos los días de ese mes durante el periodo de tiempo multianual del que tenemos datos (Cárcel y otros, 2021, pág. 45).

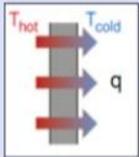
Figura 1

Inercia térmica en paredes

Soluciones bioclimáticas **en el diseño interior del edificio**

Inercia térmica en paredes: cerramientos opacos

La transferencia de calor por conducción en las paredes se define mediante la "Ley de Fourier":

$$Q = U \cdot A \cdot dT$$
$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{\frac{s_1}{k_1} + \frac{s_2}{k_2} + \frac{s_3}{k_3} \dots}$$


$q = \left(\frac{Q}{A}\right)$ Transferencia de calor por unidad de área $\left(\frac{W}{m^2}\right), \left(\frac{J}{m^2 \cdot s}\right)$

k = Conductividad térmica total del material $\left(\frac{W}{m \cdot K}\right)$

s = espesor del material (m)

A = área de transferencia de calor (m^2)

$R = \frac{s}{k}$ = Resistencia térmica $\left(\frac{m^2 \cdot K}{W}\right)$

U = Coeficiente de transferencia de calor o transmitancia térmica $\left(\frac{W}{m^2 \cdot K}\right)$

$dT = T_1 - T_2$, = gradiente de temperature – diferencia sobre el material ($^{\circ}C, ^{\circ}F$)

Nota: (Cárcel y otros, 2021)

Figura 2

Consumo energético



Nota: (Cárcel y otros, 2021)

Como ejemplo de un sistema en el que se producen pérdidas y ganancias de energía, revise ahora el gráfico que muestra una parte de un sistema industrial de distribución de fluido. El fluido entra desde la izquierda, donde la línea de succión extrae líquido de un tanque de almacenamiento. (Mott, 2015, pág. 154).

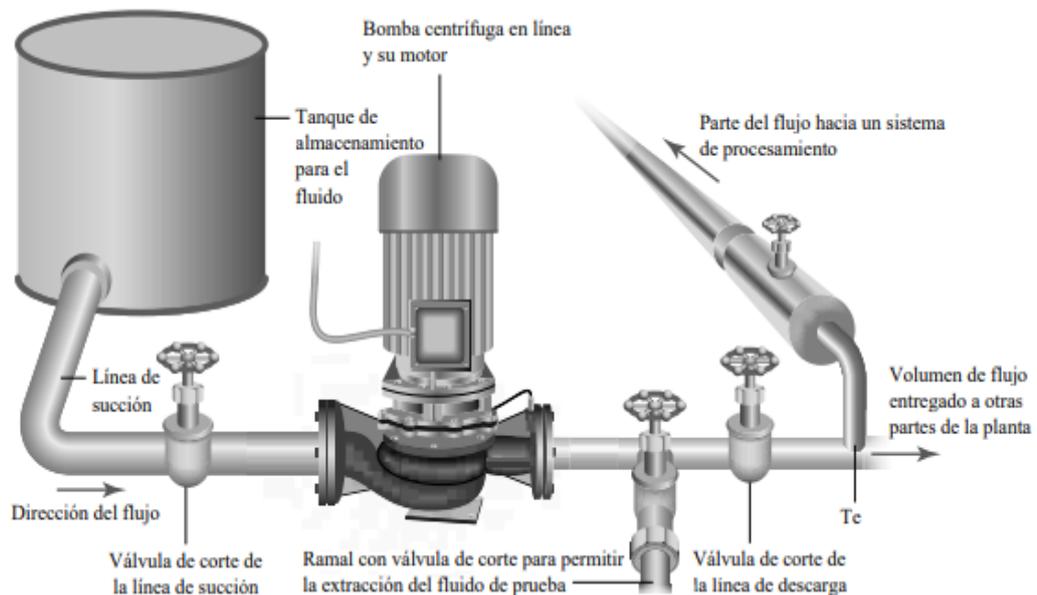
La bomba montada en línea añade energía al fluido y hace que fluya hacia la línea de descarga y luego a través del resto del sistema de tuberías. Observe que la tubería de succión es más grande que el tubo de descarga. Si los tamaños de la boca de succión de la bomba y los puertos de descarga que ofrece el fabricante de la bomba son diferentes a los tamaños de las tuberías, quizá sea necesario implementar una reducción o ampliación gradual. (Mott, 2015, pág. 154).

Esto ocurre con frecuencia. Después, el fluido pasa directamente por una te, donde se puede abrir una válvula en el ramal para dejar salir un poco de líquido a otro punto del sistema. Después de salir de la te, el fluido pasa por una válvula que puede ser utilizada para cortar la línea de descarga. Justo aguas abajo de la válvula está otra te donde el fluido adopta entonces la trayectoria del ramal, pasa

alrededor de un codo de 90°, y fluye a través de otra válvula. Más allá de la válvula, el tubo de descarga se aísla y el fluido circula por la línea de tubería larga y recta hasta su destino final (Mott, 2015, pág. 154).

Figura 3

Sistema con bomba centrífuga



Nota: (Mott, 2015)

Debido a que las edificaciones y espacios que se ven obligados a hacer usos de estos sistemas, tendrán indiscutiblemente un incremento en la demanda de energía, el diseño y eficiencia del sistema, así como de los equipamientos o dispositivos que sean usados, son factores que tendrán un gran impacto en el consumo energético de la edificación en el tiempo de operación, y constituyen una estrategia importante para mantener este consumo extra dentro de lo que es realmente necesario.

A esta categoría pertenecen tanto los sistemas de aire acondicionado o calefacción, puntuales y centrales, como los dispositivos de ventilación o



calentamiento de apoyo, es decir, ventiladores de techo, pared o móviles, extractores mecánicos, calentadores, estufas y chimeneas. Si bien existen espacios dentro de las edificaciones que requieren un alto nivel de aislamiento y hermeticidad para evitar el ingreso o salida de agentes patógenos o contaminantes, que necesitan de una temperatura estable a lo largo del día o que requieren de un apoyo mecánico para garantizar una buena calidad del aire o el confort térmico de sus usuarios, raramente son condiciones que se exigen en la totalidad de las edificaciones.

Esta estrategia busca aplicar el mismo concepto que la iluminación conjugada, procurando alcanzar de forma natural las condiciones térmicas, acústicas y de calidad de aire adecuadas, usando los diferentes sistemas de acondicionamiento mecánico o artificial como apoyo, en la medida que se haga necesario.

De esta forma se garantiza que los espacios tengan una calidad ambiental interior adecuada, según sus necesidades, sin incurrir en el uso excesivo o desnecesario de sistemas que puedan aumentar el consumo energético de la edificación (Ceballos & González, 2015, pág. 34).

Los sensores obtienen información del mundo físico externo y la transforman en una señal eléctrica que puede ser manipulada por la circuitería interna de control. Existen sensores de todo tipo: de temperatura, de humedad, de movimiento, de sonido (micrófonos), etc. Los circuitos internos de un sistema electrónico procesan la señal eléctrica convenientemente. La manipulación de dicha señal dependerá tanto del diseño de los diferentes componentes hardware del sistema, como del conjunto lógico de instrucciones (es decir, del “programa”)



que dicho hardware tenga pregrabado y que sea capaz de ejecutar de forma autónoma. Los actuadores transforman la señal eléctrica acabada de procesar por la circuitería interna en energía que actúa directamente sobre el mundo físico externo.

Ejemplos de actuadores son: un motor (energía mecánica), una bombilla (energía lumínica), un altavoz (energía acústica), etc. (Torrente, 2013, pág. 61).

En las instalaciones individuales está muy extendido el uso de calderas con producción instantánea de ACS, lo que implica necesidades de potencia elevadas, muy superiores a las potencias de calefacción requeridas en las viviendas.

Se incluyen tres columnas con las potencias necesarias para la producción instantánea; las mismas se tienen suponiendo temperaturas en punto de consumo de 60°C, 50°C (mínimo a garantizar en el punto más alejado según los requerimientos del RD 865/2003) y 45°C que puede considerarse como habitual en viviendas, pero sin olvidar que los caudales mínimos corresponden a 60°C, por lo que reglamentariamente la potencia necesaria es la correspondiente a esa temperatura (Idae, 2012, pág. 09).

El sistema está conectado a un puente de Wheatstone que determina la diferencia de temperaturas y la amplifica con una señal de salida de 0-5 V c.c. en 1000 ohmios de impedancia. Esta señal puede ser utilizada en registradores, indicadores digitales y controladores y admite comunicaciones digitales (HART, FOUNDATION Fieldbus, Pro bus PA, Modbus, etc.) con la planta y con el panel de control.

La exactitud del medidor térmico de caudal es del $\pm 1\%$ al $\pm 2\%$ de toda la escala, la rangeabilidad es de 100:1, la repetibilidad del $\pm 0,2\%$ de la escala y la



constante de tiempo de 0,5 a 3 s. Es recomendable la calibración del instrumento en las condiciones más cercanas posibles a su utilización final.

La medida es apta para bajos caudales de gas que van según los modelos de 0-10 cm³/minuto (Creus, Instrumentación Industrial, 2011, pág. 186).

La incertidumbre expandida U permite expresar la incertidumbre en forma de intervalo dentro del cual existe una alta probabilidad de acertar. Para ello, se multiplica la incertidumbre típica u por un número k llamado factor de cobertura, obteniéndose la llamada incertidumbre expandida:

$$U = u \cdot k,$$

Los valores de k , factor de cobertura, dependen de la distribución de los valores medidos, de la probabilidad asociada y de otros factores. Si suponemos que los valores presentan una distribución normal, la tabla 1.1 muestra algunos valores de dicho factor.

Puede verse que los valores de $U = u_c$, $U = 2 \cdot u_c$, $U = 3 \cdot u_c$ definen intervalos de confianza de 68,27%, 95,45% y 99,73%, respectivamente. El intervalo de confianza de 95% significa que existe la probabilidad de que en 1 medición de 20 realizadas (5%), el error sea mayor que la incertidumbre especificada (Creus, Instrumentos Industriales, su Ajuste y Calibración, 2009, pág. 19).



2.2.2. Con referencia al objetivo “Evaluar el consumo energético de los sistemas de refrigeración sostenibles en costos”, referimos el siguiente marco teórico:

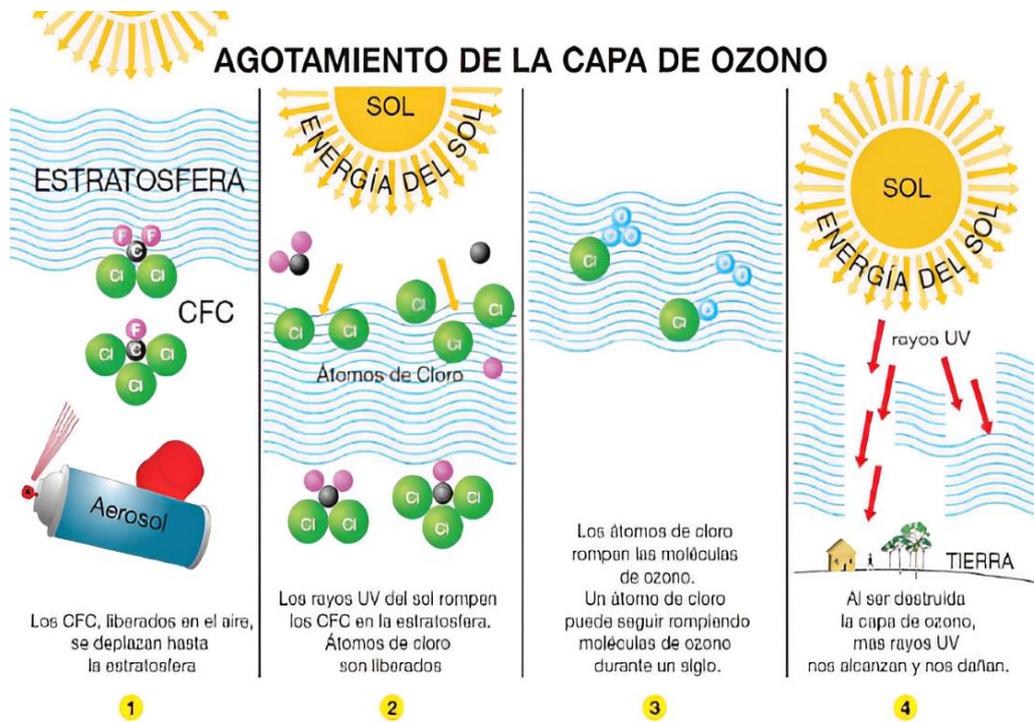
Coste del fin de la vida útil: Se refiere al coste de la correcta gestión del producto cuando éste llega al fin de su vida útil, de acuerdo con los requisitos legales. En el caso de los productos que se ajusten a un régimen de política de responsabilidad extendida del productor (EPR), el productor es responsable de la gestión requerida al final de la vida útil y este coste puede incluir requisitos relacionados con el reciclado y/o la preparación para la reutilización. Por lo general, el productor o proveedor de electrodomésticos cobra este coste a su cliente como parte del precio inicial del producto (Pitarch, 2022, pág. 06).

Se le llama “capa de ozono” a la concentración máxima de ozono presente en la atmósfera terrestre de manera natural. Como se muestra en la figura 7, esta capa está ubicada en la estratosfera, por encima de los 15 Km. de altura, tiene un espesor de unos 40 Km. Y rodea a la Tierra como un tenue manto esencial para la vida en la superficie del planeta, porque actúa como un escudo protector ante los peligrosos rayos ultravioleta del sol. (Santos, 2014, págs. 36, 38).

Como ya se ha señalado, los clorofluorocarbonos (CFC) son una familia de compuestos orgánicos sintéticos derivados del metano o del etano, en los que los átomos de hidrógeno han sido sustituidos por átomos de flúor, cloro y/o bromo, lo cual aporta una enorme estabilidad a la molécula. Estos compuestos inciden sobre la capa estratosférica de ozono, disminuyendo la concentración de esta molécula. Las sustancias de mayor incidencia son los clorofluorocarbonos y los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) (Santos, 2014, págs. 36, 38).

Figura 4

Condiciones de la capa de ozono



Nota: (Santos, 2014)

El generador de calor es el componente de la instalación encargado de aprovechar el poder calorífico de una sustancia combustible (pueden ser combustibles gaseosos, líquidos o sólidos, dentro de los que se encuentra la biomasa) y, por medio de un proceso de combustión, generar calor y transmitir éste a través de un intercambiador térmico, cediéndolo al fluido térmico circulante, que habitualmente es agua.

En instalaciones centralizadas para servicio colectivo de calefacción y agua caliente sanitaria, los generadores de calor pueden estar integrados y cubrir ambos servicios. En este caso, el servicio que tiene la prioridad de funcionamiento es agua caliente sanitaria (Rabanal, 2022, pág. 15).



A pesar de los múltiples estudios al respecto de la sostenibilidad y su aplicación en la construcción, se hace evidente la falta de información específica en relación con los materiales de construcción y su afectación al medio ambiente o sus niveles de sostenibilidad multidimensional. Sin embargo, vale la pena resaltar el proyecto de edificaciones neto cero-carbono el cual con base en el trabajo realizado por la Universidad de los andes en el año 2021, presenta una línea base de emisiones de gases de efecto invernadero de las edificaciones.

Este estudio presenta un escenario de proyección entre los años 2000 y 2050 donde la principal conclusión sobre las emisiones proyectadas en la ciudad de Bogotá es que las emisiones están asociadas a la operación, representando un 60.3 por ciento del total de las emisiones para el año 2020 y proyectándose hasta un 76.2% para el año 2050. Con respecto al tema de materiales se proyecta una variación leve en este periodo de análisis, en el cual pasa de 1.61 a 1.66 m de CO₂ equivalente en 30 años (López, 2022, pág. 131).

Los materiales de construcción constituyen un factor clave en la producción de la industria de la construcción, particularmente en la rama de las edificaciones. En la producción de viviendas, los materiales y componentes constructivos tienen un peso que oscila entre 50% y 60% de los costos de construcción, lo que los convierte en un factor determinante de la oferta. Pero la producción de materiales y componentes constructivos está fuertemente condicionada por las fluctuaciones de la oferta de viviendas y de otras edificaciones de producción en gran escala. Al mismo tiempo, la producción de viviendas está condicionada por la existencia de financiamiento compatible con la capacidad de pago de los potenciales compradores y con las políticas de subsidios instrumentadas por el sector público. Si la oferta de materiales y componentes

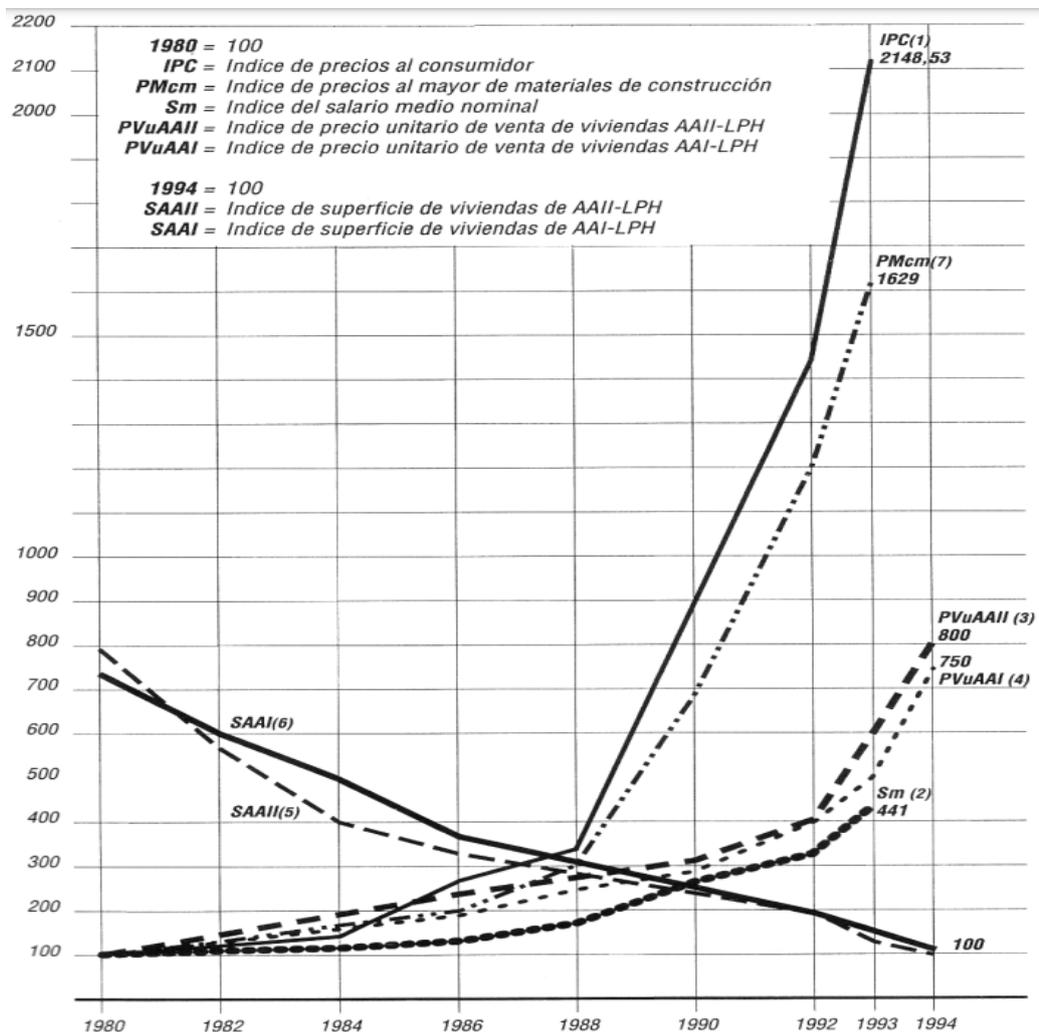


apropiados es escasa, los precios de las viviendas serán devastadores para las familias de bajos ingresos. (Cilento, 2015, pág. 45).

El gráfico es claro indicador de los efectos de la inflación sobre la calidad de la vivienda. Se puede observar que el índice de precios al consumidor (indicador de la inflación) se multiplicó por 21,5 entre 1980 y 1984; en el mismo lapso, el índice de precios de los materiales de construcción se multiplicó por 16,3 mientras que el índice correspondiente al salario medio nominal se multiplicó por 4,4 y el índice de precios de las viviendas de interés social o protegidas se multiplicó por 8. Un desequilibrio de tal magnitud entre los precios de la oferta y la capacidad de la demanda sólo puede ser ajustado mediante un racionamiento cualitativo drástico de la oferta, lo que ha implicado que, con la cantidad en bolívares que en 1980 se podían adquirir 800 m² de construcción, en 1994 sólo se puedan adquirir 100 m² (Cilento, 2015, pág. 45).

Figura 5

Inflación sobre la calidad de la vivienda



Nota: (Cilento, 2015)

2.2.3. Con referencia al objetivo “Evaluar la eficiencia energética de los sistemas de calefacción y refrigeración sostenibles para hogares”, referimos el siguiente marco teórico:

Las edificaciones que incluyan una capacidad de enfriamiento instalada mayor a 300 kW deben usar un sistema de enfriamiento en base a chillers enfriados por agua o un sistema de volumen variable de refrigerante con un COP de cinco (5) o mayor según el diseño de instalaciones establecido por los



estándares AHRI 550/90 Performance Rating of Water-chilling and Heat Pump Water-heating Packages Using the Vapor Compression Cycle (Calificación de rendimiento de enfriamiento de agua y bomba de calor para calentamiento de agua. Paquetes que usan el vapor en el ciclo de compresión) y en la Norma AHRI 560 Absorption Water Chilling and Water Heating Packages (Paquetes de absorción de agua de enfriamiento y calentamiento de agua), de acuerdo a lo indicado en la Tabla N° 06. (Sagasti, 2021, págs. 47-48). Se puede utilizar otra normativa que contemple estándares equivalentes o superiores (Sagasti, 2021, págs. 47-48).

La presente norma tiene por objeto reglamentar las disposiciones para promover el uso eficiente de la energía en el país contenidas en la Ley N° 27345, Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía. El uso eficiente de la energía contribuye a asegurar el suministro de energía, mejorar la competitividad del país, generar saldos exportables de energéticos, reducir el impacto ambiental, proteger al consumidor y fortalecer la toma de conciencia en la población sobre la importancia del Uso Eficiente de la Energía (UEE) (García, 2007, pág. 02).

El Ministerio de Energía y Minas es la autoridad competente del Estado para la promoción del uso eficiente de la energía, con atribuciones para: a) Promover la creación de una cultura orientada al empleo racional de los recursos energéticos para impulsar el desarrollo sostenible del país buscando un equilibrio entre la conservación del medio ambiente y el desarrollo económico; b) Promover la mayor transparencia del mercado de la energía, mediante el diagnóstico permanente de la problemática de la eficiencia energética y de la formulación y ejecución de programas, divulgando los procesos, tecnologías y sistemas informativos compatibles con el UEE (Fujimori, 2000, pág. 01).



La transición hacia una red de calefacción urbana de nueva generación requiere un cálculo correcto de las dimensiones en cuanto a compatibilidad con el parque inmobiliario existente y el diseño correcto de redes y conexiones al consumidor. En áreas de nuevo desarrollo con edificios de bajo consumo energético, el desarrollo de redes de calefacción urbana de cuarta generación puede resultar especialmente adecuado. Sin embargo, en ciudades con una red de energía urbana ya existente, esto puede traducirse en la necesidad de adaptar instalaciones y modernizar edificios. (Gonul & Vinci, 2021, pág. 74).

Se pueden anticipar tres situaciones principales: la modernización de un sistema de energía urbana ya existente, el desarrollo de un nuevo sistema de energía urbana en un área ya existente y un nuevo sistema de energía urbana en un área de nueva creación. Todas estas situaciones tienen las mismas características (Gonul & Vinci, 2021, pág. 74).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CON REFERENCIA AL OBJETIVO “EVALUAR EL CONSUMO ENERGÉTICO EN JULIOS DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN SOSTENIBLES”

A continuación realizaremos una descripción cuantitativa de las características bioclimáticas en la zona de ubicación de los hogares a evaluar, primeramente iniciamos indicando que estas viviendas se encuentran ubicadas en el Perú, departamento de Puno en el Distrito de Puno, así mismo, se entiende que la variación del comportamiento de los diferentes factores y/o características que involucran la transmisión de calor, son variables a lo largo del día, como también durante las semanas, meses y anualmente, por ello, se trabajará con los valores medios anuales. Esto con el propósito de trabajar con datos de tendencia central, así mismo, para que se tenga un punto medio de partida para realizar todos los análisis cuantitativos, iniciamos indicando las características climáticas de la zona donde se ubican los hogares seleccionados, a continuación, se presenta estos datos en el siguiente cuadro:

Tabla 1

Caracterización Bioclimática de Zona de Estudio

Caracterización de la Zona Bioclimática		
Característica	Rango o Valor	Unidad
Temperatura media anual	6 a 17	°C
Humedad relativa media	30 a 50	%
Velocidad de viento	7	m/s
Dirección predominante del viento		S-SO

Caracterización de la Zona Bioclimática

Característica	Rango o Valor	Unidad
Radiación solar	2 a 7,5	kWh/m ²
Horas de sol	8 a 10	h
Precipitación anual	100 a 2500	mm
Altitud	3800 a 4200	msnm

Nota: Norma EM.110 y recopilación de información

Seguidamente, describiremos las características de cada una de las viviendas familiares seleccionadas, se realizó el estudio en tres unidades familiares “Casas u Hogares”, se procedió a realizar la caracterización de las tres unidades familiares, para este fin, se inició identificando los materiales constructivos involucrados para cada hogar, determinando áreas y volúmenes medios de cada unidad familiar, presentamos estos resultados de manera clara en los siguientes cuadros:

Tabla 2

Caracterización de Casa 01 (Material Noble)

CASA 01	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m ³)
DORMITORIO	4.85	3.70	3.00	53.84
SALA	3.70	3.70	3.00	41.07
COCINA	3.90	3.05	3.00	35.69
GARAJE	4.55	3.70	3.00	50.51
BAÑO	2.20	2.10	3.00	13.86
PASILLO	6.88	1.53	3.00	31.48
ESCALERAS	2.71	2.00	2.70	14.63

Nota: Elaboración propia con toma de datos de la casa 01

Tabla 3

Caracterización de Componentes de Casa 01

COMPONENTE	ORIENTACIÓN	LARGO	ALTO	ANCHO	AREA	VOLUMEN	MATERIAL
		(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m ³)	Tipo
DORMITORIO	Este	4.85	3.00	0.150	14.55	2.183	Ladrillo - Cemento
	Oeste	4.85	3.00	0.150	12.57	1.886	Ladrillo - Cemento
	Norte	3.70	3.00	0.150	9.30	1.395	Ladrillo - Cemento
	Sur	3.70	3.00	0.150	11.10	1.665	Ladrillo - Cemento
SALA	Puerta	0.90	2.20	0.050	1.98	0.099	Madera
	Ventana	1.50	1.20	0.003	1.80	0.005	Vidrio
SALA	Este	3.70	3.00	0.150	11.10	1.665	Ladrillo - Cemento
	Oeste	3.70	3.00	0.150	9.12	1.368	Ladrillo - Cemento
	Norte	3.70	3.00	0.150	11.10	1.665	Ladrillo - Cemento
	Sur	3.70	3.00	0.150	11.10	1.665	Ladrillo - Cemento
COCINA	Puerta	0.90	2.20	0.050	1.98	0.099	Madera
	Este	3.43	3.00	0.150	10.29	1.544	Ladrillo - Cemento
	Oeste	2.48	3.00	0.150	7.44	1.116	Ladrillo - Cemento
	Norte	2.05	3.00	0.150	6.15	0.923	Ladrillo - Cemento

COMPONENTE	LARGO		ALTO	ANCHO	AREA	VOLUMEN	MATERIAL
	ORIENTACIÓN	(m)					
GARAJE	Sur	3.69	3.00	0.150	9.09	1.364	Ladrillo - Cemento
	Puerta	1.82	2.20	0.010	4.00	0.020	Acero
	Puerta	0.90	2.20	0.050	1.98	0.099	Madera
	Este	3.70	3.00	0.150	9.12	1.368	Ladrillo - Cemento
	Oeste	0.50	3.00	0.150	1.50	0.225	Ladrillo - Cemento
	Norte	4.60	3.00	0.150	13.80	2.070	Ladrillo - Cemento
	Sur	4.60	3.00	0.150	13.80	2.070	Ladrillo - Cemento
	Puerta	1.82	2.20	0.010	4.00	0.020	Acero
	Puerta	0.90	2.20	0.050	1.98	0.099	Madera
	Este	2.48	3.00	0.150	7.44	1.116	Ladrillo - Cemento
BAÑO	Oeste	1.60	3.00	0.150	4.44	0.666	Ladrillo - Cemento
	Norte	2.00	3.00	0.150	6.00	0.900	Ladrillo - Cemento
	Sur	2.55	3.00	0.150	5.67	0.851	Ladrillo - Cemento
	Ventana	0.30	1.20	0.003	0.36	0.001	Vidrio
	Puerta	0.90	2.20	0.050	1.98	0.099	Madera
PASILLO	Este	0.35	3.00	0.150	1.05	0.158	Ladrillo - Cemento

COMPONENTE	ORIENTACIÓN	LARGO (m)	ALTO (m)	ANCHO (m)	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	MATERIAL Tipo
	Oeste	0.40	3.00	0.150	1.20	0.180	Ladrillo - Cemento
	Norte	6.59	3.00	0.150	15.81	2.372	Ladrillo - Cemento
	Sur	4.60	3.00	0.150	13.80	2.070	Ladrillo - Cemento
	Puerta	0.90	2.20	0.003	1.98	0.006	Acero
ESCALERAS	Este	2.55	2.70	0.150	6.89	1.033	Ladrillo - Cemento
	Oeste	2.55	2.70	0.150	6.89	1.033	Ladrillo - Cemento
	Norte	0.00	0.00	0.000	0.00	0.000	Ladrillo - Cemento
	Sur	2.00	2.70	0.150	5.40	0.810	Ladrillo - Cemento

Nota: Elaboración propia con toma de datos de la casa 01



Tabla 4

Caracterización de Casa 02 (Material Rústico)

CASA 02	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m³)
DORMITORIO 01	3.69	2.39	2.60	22.930
DORMITORIO 02	5.73	2.39	2.60	35.606
SALA	2.48	2.39	2.60	15.411
COCINA	2.78	2.39	2.60	17.275
BAÑO	1.22	1.06	2.20	2.845

Nota: Elaboración propia con toma de datos de la casa 02

Tabla 5

Caracterización de Componentes de Casa 02

COMPONENTE	ORIENTACIÓN	LARGO (m)	ALTO (m)	ANCHO (m)	AREA (m ²)	VOLUMEN (m ³)	MATERIAL
DORMITORIO 01	Este	2.39	2.60	0.300	5.41	1.624	Adobe
	Oeste	2.39	2.60	0.300	6.21	1.864	Adobe
	Norte	3.69	2.60	0.300	8.79	2.638	Adobe
	Sur	2.84	2.60	0.300	7.38	2.215	Adobe
	Puerta	0.85	1.90	0.050	1.62	0.081	Madera
	Ventana	1.00	0.80	0.003	0.80	0.002	Vidrio
DORMITORIO 02	Este	2.39	2.60	0.300	6.21	1.864	Adobe
	Oeste	2.39	2.60	0.300	6.21	1.864	Adobe
	Norte	5.73	2.60	0.300	12.50	3.751	Adobe
	Sur	5.73	2.60	0.300	14.90	4.469	Adobe
	Puerta	0.84	1.90	0.050	1.60	0.080	Madera
	Ventana	1.00	0.80	0.003	0.80	0.002	Vidrio
SALA	Este	2.39	2.60	0.300	6.21	1.864	Adobe
	Oeste	2.39	2.60	0.300	6.21	1.864	Adobe

COMPONENTE	ORIENTACIÓN	LARGO	ALTO	ANCHO	AREA	VOLUMEN	MATERIAL
		(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m ³)	Tipo
	Norte	5.48	2.60	0.300	11.83	3.550	Adobe
	Sur	5.48	2.60	0.300	13.45	4.034	Adobe
	Puerta	0.85	1.90	0.050	1.62	0.081	Acero
	Ventana	1.00	0.80	0.003	0.80	0.002	Madera
COCINA	Este	2.39	2.60	0.300	5.41	1.624	Adobe
	Oeste	2.69	2.60	0.300	6.99	2.098	Adobe
	Norte	2.78	2.60	0.300	7.23	2.168	Adobe
	Sur	2.78	2.60	0.300	5.61	1.684	Adobe
	Puerta	0.85	1.90	0.050	1.62	0.081	Acero
	Ventana	1.00	0.80	0.003	0.80	0.002	Madera
BAÑO	Este	1.22	2.20	0.300	1.15	0.346	Adobe
	Oeste	1.22	2.20	0.300	2.68	0.805	Adobe
	Norte	1.06	2.20	0.300	2.33	0.700	Adobe
	Sur	1.06	2.20	0.300	0.80	0.241	Adobe
	Puerta	0.85	1.80	0.050	1.53	0.077	Madera

Nota: Elaboración propia con toma de datos de la casa 02



Tabla 6

Caracterización de Casa 03 (Material Noble)

CASA 03	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m³)
DORMITORIO 01	4.60	4.16	2.40	45.926
DORMITORIO 02	6.41	2.85	2.40	43.844
SALA	6.49	4.96	2.40	77.257
COCINA	4.60	2.84	2.40	31.354
BAÑO 01	2.12	1.53	2.40	7.785
BAÑO 02	1.61	1.47	2.40	5.680
PASADIZO	11.83	1.35	2.40	38.329

Nota: Elaboración propia con toma de datos de la casa 03

Tabla 7

Caracterización de Componentes de Casa 03

COMPONENTE	ORIENTACIÓN	LARGO (m)	ALTO (m)	ANCHO (m)	AREA (m²)	VOLUMEN (m³)	MATERIAL Tipo
DORMITORIO 01	Este	4.16	2.40	0.150	7.64	1.147	Ladrillo - Cemento
	Oeste	4.16	2.40	0.150	9.98	1.498	Ladrillo - Cemento
	Norte	4.60	2.40	0.220	8.16	1.795	Ladrillo - Cemento
	Sur	4.60	2.40	0.150	9.34	1.401	Ladrillo - Cemento
	Puerta 01	1.60	1.80	0.002	2.88	0.006	Acero
	Puerta 02	0.85	2.00	0.050	1.70	0.085	Madera
	Ventana	1.95	1.20	0.005	2.34	0.012	Vidrio
DORMITORIO 02	Este	2.84	2.40	0.150	6.82	1.022	Ladrillo - Cemento
	Oeste	2.84	2.40	0.150	6.82	1.022	Ladrillo - Cemento
	Norte	6.64	2.40	0.150	11.10	1.664	Ladrillo - Cemento
	Sur	6.64	2.40	0.150	15.94	2.390	Ladrillo - Cemento
	Puerta 01	0.85	2.00	0.050	1.70	0.085	Madera
	Puerta 02	0.85	2.00	0.050	1.70	0.085	Madera
	Ventana	1.20	1.20	0.005	1.44	0.007	Vidrio

COMPONENTE	ORIENTACIÓN	LARGO		ALTO	ANCHO	AREA	VOLUMEN	MATERIAL
		(m)	(m)					
SALA	Este	4.96	0.150	2.40	0.150	11.90	1.786	Ladrillo - Cemento
	Oeste	4.96	0.150	2.40	0.150	11.90	1.786	Ladrillo - Cemento
	Norte	6.49	0.150	2.40	0.150	10.74	1.611	Ladrillo - Cemento
	Sur	3.83	0.150	2.40	0.150	7.49	1.124	Ladrillo - Cemento
	Puerta	1.62	0.003	1.80	0.003	2.92	0.009	Acero
	Ventana	1.95	0.005	1.20	0.005	2.34	0.012	Vidrio
	Ventana	1.20	0.003	0.80	0.003	0.96	0.003	Vidrio
	Ventana	1.20	0.003	0.80	0.003	0.96	0.003	Vidrio
	COCINA	Este	2.84	0.150	2.40	0.150	6.82	1.022
Oeste	2.84	0.150	2.40	0.150	6.82	1.022	Ladrillo - Cemento	
Norte	4.80	0.150	2.40	0.150	11.52	1.728	Ladrillo - Cemento	
Sur	4.80	0.150	2.40	0.150	10.56	1.584	Ladrillo - Cemento	
Puerta	0.85	0.050	2.00	0.050	1.70	0.085	Madera	
Ventana	1.20	0.003	0.80	0.003	0.96	0.003	Vidrio	
BAÑO 01	Este	2.12	0.150	2.40	0.150	5.09	0.763	Ladrillo - Cemento
	Oeste	2.12	0.150	2.40	0.150	5.09	0.763	Ladrillo - Cemento

COMPONENTE	ORIENTACIÓN	LARGO		ALTO	ANCHO	AREA	VOLUMEN	MATERIAL
		(m)	(m)					
BAÑO 02	Norte	1.53	0.150	2.40	0.150	1.63	0.245	Ladrillo - Cemento
	Sur	1.53	0.150	2.40	0.150	3.67	0.551	Ladrillo - Cemento
	Puerta	0.85	0.050	2.40	0.050	2.04	0.102	Madera
	Este	1.47	0.005	2.40	0.005	3.53	0.018	Ladrillo - Cemento
	Oeste	1.47	0.150	2.40	0.150	3.53	0.529	Ladrillo - Cemento
	Norte	1.61	0.150	2.40	0.150	2.16	0.325	Ladrillo - Cemento
PASILLO	Sur	1.61	0.005	2.40	0.005	3.86	0.019	Ladrillo - Cemento
	Puerta	0.85	0.050	2.00	0.050	1.70	0.085	Madera
	Este	1.77	0.150	2.40	0.150	4.25	0.637	Ladrillo - Cemento
	Oeste	1.77	0.150	2.40	0.150	4.25	0.637	Ladrillo - Cemento
	Norte	11.83	0.150	2.40	0.150	23.88	3.583	Ladrillo - Cemento
	Sur	11.83	0.150	2.40	0.150	21.85	3.278	Ladrillo - Cemento

Nota: Elaboración propia con toma de datos de la casa 03



Ecuaciones Recurrentes

Conductividad Térmica:

$$\text{Razón de conducción de calor} \propto \frac{(\text{Área})(\text{Diferencia de Temperatura})}{\text{Espesor}}$$

$$Q_{cond} = kA \frac{T1 - T2}{\Delta x}$$

Q_{cond} : Razón de conducción de calor (W)

T1 : Temperatura Inicial (°K)

T2 : Temperatura Final (°K)

k : Conductividad Térmica (W/m · °K)

A : Área (m²)

Resistencia Térmica:

$$\text{Razón de conducción de calor} \propto \frac{(\text{Diferencia de Temperatura})}{\text{Resistencia a la conducción}}$$

$$Q_{cond} = \frac{T1 - T2}{R_{pared}}$$

Q_{cond} : Razón de conducción de calor (W)

T1 : Temperatura Inicial (°K)

T2 : Temperatura Final (°K)

R_{pared} : Resistencia Térmica de pared (°K / W)



Resistencia a la Convección:

Resistencia a la Convección \propto *Sumatoria de Resistencia de materiales*

$$R_{cond\ pared} = R_{acabado\ externo} + R_{ladrillo} + R_{acabado\ interno}$$

R_{pared} : Resistencia Térmica de pared (°K / W)

Transmitancia Térmica:

Transmitancia Térmica \propto $\frac{1}{\text{Sumatoria de Resistencia de materiales}}$

$$U = \frac{1}{R_{acabado\ externo} + R_{ladrillo} + R_{acabado\ interno}}$$

U : Transmitancia térmica (W/m² · °K)

R_{pared} : Resistencia Térmica de pared (°K / W)

Tabla 8

Caracterización de Componentes de Casas

Valores de Transmitancia Térmica de Materiales (m ²)	Muro		Conductividad Térmica (K)		Resistencia Térmica (R)		Acabado Interior (Yeso)		Conductividad Térmica (K)		Resistencia Térmica (R)	
	Esesor (m)	(m)	W/(m°K)	m ² °K/W	W/(m°K)	m ² °K/W	(m)	(m)	W/(m°K)	m ² °K/W		
Ladrillo - Cemento (Muro Exterior Costilla)	0.125	0.125	0.720	0.17400	0.720	0.17400	0.010	0.010	0.33	0.33	0.030	0.030
Ladrillo - Cemento (Muro Exterior Cabeza)	0.240	0.240	0.720	0.33300	0.720	0.33300	0.010	0.010	0.33	0.33	0.030	0.030
Ladrillo - Cemento (Muro Interior Costilla)	0.125	0.125	0.720	0.17400	0.720	0.17400	0.010	0.010	0.33	0.33	0.030	0.030
Ladrillo - Cemento (Muro Interior Cabeza)	0.240	0.240	0.720	0.33300	0.720	0.33300	0.010	0.010	0.33	0.33	0.030	0.030
Ladrillo - Cemento (Muro Interior Costilla)	0.125	0.125	0.720	0.17400	0.720	0.17400	0.010	0.010	0.33	0.33	0.030	0.030
Ladrillo - Cemento (Muro Interior Cabeza)	0.240	0.240	0.720	0.33300	0.720	0.33300	0.010	0.010	0.33	0.33	0.030	0.030
Puerta de Madera Contra placada	0.060	0.060	1.210	0.05000	1.210	0.05000						
Puerta de Madera Pesada	0.050	0.050	0.115	0.43500	0.115	0.43500						
Puerta de Acero 0.005 m.	0.005	0.005	18.900	0.00026	18.900	0.00026						
Puerta de Acero 0.003 m.	0.003	0.003	18.900	0.00016	18.900	0.00016						
Ventana de Vidrio 0.005.	0.005	0.005	0.840	0.00595	0.840	0.00595						

Valores de Transmitancia Térmica de Materiales (m ²)	Muro		Acabado Interior (Yeso)		Resistencia Térmica (R)		Conductividad Térmica (K)		Resistencia Térmica (R)	
	Esesor (m)	W/(m°K)	W/(m°K)	(m)	m ² °K/W	m ² °K/W	W/(m°K)	W/(m°K)	m ² °K/W	m ² °K/W
Ventana de Vidrio 0.0025.	0.003	0.840	0.00298							
Adobe Costilla	0.300	0.400	0.75000	0.010	0.33	0.030				
Adobe Cabeza	0.400	0.400	1.00000	0.010	0.33	0.030				

Valores de Transmitancia Térmica de Materiales (m ²)	Acabado Interior (Arena - Cemento)		Resistencia Térmica (R)		Conductividad Térmica (K)		Resistencia Térmica (R)		Transmitancia Térmica (U)	
	(m)	W/(m°K)	m ² °K/W	m ² °K/W	W/(m°K)	m ² °K/W	m ² °K/W	m ² °K/W	W/(m ² °K)	W/(m ² °K)
Ladrillo - Cemento (Muro Exterior Costilla)	0.008	0.720	0.011	0.21500	0.011	0.21500	0.21500	0.21500	4.65	4.65
Ladrillo - Cemento (Muro Exterior Cabeza)	0.008	0.720	0.011	0.37500	0.011	0.37500	0.37500	0.37500	2.67	2.67
Ladrillo - Cemento (Muro Interior Costilla)	0.008	0.720	0.011	0.21500	0.011	0.21500	0.21500	0.21500	4.65	4.65
Ladrillo - Cemento (Muro Interior Cabeza)	0.008	0.720	0.011	0.37500	0.011	0.37500	0.37500	0.37500	2.67	2.67
Ladrillo - Cemento (Muro Interior Costilla)	0.008	0.720	0.011	0.21500	0.011	0.21500	0.21500	0.21500	4.65	4.65

Valores de Transmitancia Térmica de Materiales (m ²)	Acabado Interior (Arena - Cemento)	Conductividad Térmica (K)	Resistencia Térmica (R)	Resistencia Térmica (R)	Transmitancia Térmica (U)
Ladrillo - Cemento (Muro Interior Cabeza)	0.008	0.720	0.011	0.37500	2.67
Puerta de Madera Contraplacada				0.05000	20.17
Puerta de Madera Pesada				0.43500	2.30
Puerta de Acero 0.005 m.				0.00026	3780.00
Puerta de Acero 0.003 m.				0.00016	6300.00
Ventana de Vidrio 0.005.				0.00595	168.00
Ventana de Vidrio 0.0025.				0.00298	336.00
Adobe Costilla	0.010	0.720	0.014	0.79400	1.26
Adobe Cabeza	0.010	0.720	0.014	1.04400	0.96

Nota: Elaboración propia con datos de las casas 01, 02 y 03

Seguidamente se procedió a evaluar la demanda para calefacción de los hogares, con el propósito de determinar el valor inicial de energía requerida para dar confort en los ambientes de las viviendas seleccionadas, durante la permanencia de las personas, cabe indicar que en este proceso pudimos identificar que este factor está ligado a las horas que habitan las personas en las habitaciones según sus necesidades, cuando ellos no permanecen en estos ambientes no existe la necesidad de invertir energía para climatizar estos ambientes, por lo que se consideró el tiempo de acuerdo a la información que pudimos recabar de las personas que habitan estas viviendas, sin embargo, se puede estimar el valor de energía para una habitabilidad de 24 horas haciendo uso de toda la infraestructura factor que consideramos irrelevante puesto que sus habitantes no hace uso continuo de todas las áreas de las viviendas, proseguimos exponiendo esta demanda de calefacción por cada ambiente en los 3 hogares seleccionados.

Tabla 9*Demanda de energía para calefacción casa 01*

CASA 01	ENERGÍA (KJ)	HORAS DE DEMANDA	ENERGÍA DÍA (KJ)	ENERGÍA MENSUAL (MJ)
DORMITORIO	11262.28	4.00	45049.13	1351.47
SALA	8591.84	2.00	17183.69	515.51
COCINA	7465.30	0.00	0.00	0.00
GARAJE	10565.65	0.00	0.00	0.00
BAÑO	2899.51	0.00	0.00	0.00
PASILLO	6584.78	0.00	0.00	0.00
ESCALERAS	3061.43	0.00	0.00	0.00
TOTAL	50430.80		62232.82	1866.98

Nota: Elaboración propia con toma de datos de la casa 01

Tabla 10*Demanda de energía para calefacción casa 02*

CASA 02	ENERGÍA (KJ)	HORAS DE DEMANDA	ENERGÍA DÍA (KJ)	ENERGÍA MENSUAL (MJ)
DORMITORIO 01	4796.88	4.00	19187.54	575.63
DORMITORIO 02	7448.82	2.00	14897.64	446.93
SALA	3223.92	0.00	0.00	0.00
COCINA	3613.91	0.00	0.00	0.00
BAÑO	595.18	0.00	0.00	0.00
TOTAL	19678.72		34085.18	1022.56

Nota: Elaboración propia con toma de datos de la casa 02

Tabla 11*Demanda de energía para calefacción casa 03*

CASA 03	ENERGÍA (KJ)	HORAS DE DEMANDA	ENERGÍA DÍA (KJ)	ENERGÍA MENSUAL (MJ)
DORMITORIO 01	9607.80	4.00	38431.21	1152.94
DORMITORIO 02	9172.25	2.00	18344.50	550.33
SALA	16162.16	0.00	0.00	0.00
COCINA	6559.17	0.00	0.00	0.00
BAÑO 01	1628.55	0.00	0.00	0.00
BAÑO 02	1188.27	0.00	0.00	0.00
PASADIZO	8018.47	0.00	0.00	0.00
TOTAL	52336.67		56775.71	1703.27

Nota: Elaboración propia con toma de datos de la casa 03



La evaluación del consumo energético es un proceso esencial para comprender el proceso de utilización de la energía en el contextos de los sistemas de calefacción, se ha realizado las mediciones de los hogares donde se pretende analizar las variables de estudio de la presente investigación, se continuó identificando y cuantificando las fuentes de consumo, incluyendo la recopilación de información de consumo energético de equipos eléctricos (Potencia Nominal), se consideró la medición de sistemas de iluminación, calefacción, y cualquier otro dispositivo y/o artefacto que requiera energía, la medición se trató de realizar de forma precisa, entendiendo que se tiene errores de diferente índole que consideramos no ser relevantes para la presente investigación; con este propósito se emplearon medidores de tensión, corriente y potencia, luego se procedió a registrar los datos en las unidades de lectura, posterior a ello se elaboró un cuadro con la equivalencia proporcional transformada de **kilovatios-hora (kWh)** a **JULIOS**.

Tabla 12

Consumo anual de energía eléctrica 2023 casa 01

Casa 01	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Consumo													
E. Eléctrica (kW.h)	25.0	28.8	18.4	22.0	30.5	32.0	21.5	23.7	25.4	20.0	15.0	20.5	282.8
Consumo													
E. Eléctrica (MJ)	90.0	103.7	66.2	79.2	109.8	115.2	77.4	85.3	91.4	72.0	54.0	73.8	1018.1
Costo													
Hasta 30 kW	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	
Restantes	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	
Costo S/.	13.3	15.4	9.8	11.7	16.4	17.5	11.5	12.6	13.5	10.7	8.0	10.9	151.3

Nota: Elaboración propia con toma de datos de la casa 01

Tabla 13

Consumo anual de energía eléctrica 2023 casa 02

Casa 02	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Consumo													
E. Eléctrica (kW.h)	50.0	64.0	43.0	27.0	24.0	20.4	22.0	40.0	47.0	42.0	42.0	67.0	488.4
Consumo													
E. Eléctrica (MJ)	180.0	230.4	154.8	97.2	86.4	73.4	79.2	144.0	169.2	151.2	151.2	241.2	1758.2
Costo													
Hasta 30 kW	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	
Restantes	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	
Costo S/.	31.2	41.9	25.9	14.4	12.8	10.9	11.7	23.6	28.9	25.1	25.1	44.2	295.8

Nota: Elaboración propia con toma de datos de la casa 02

Tabla 14

Consumo anual de energía eléctrica 2023 casa 03

Casa 03	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	TOTAL
Consumo													
E. Eléctrica (kW.h)	30.0	36.0	40.5	43.0	49.0	48.0	45.0	32.5	45.5	23.0	29.0	45.0	466.5
Consumo													
E. Eléctrica (MJ)	108.0	129.6	145.8	154.8	176.4	172.8	162.0	117.0	163.8	82.8	104.4	162.0	1679.4
Costo													
Hasta 30 kW	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	
Restantes	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	
Costo S/.	16.0	20.6	24.0	25.9	30.5	29.7	27.4	17.9	27.8	12.3	15.5	27.4	274.8

Nota: Elaboración propia con toma de datos de la casa 03

Tabla 15

Consumo de energía eléctrica de electrodomésticos por casa

Artefacto	Marca	Potencia		Horas		Potencia		Potencia Mensual MJ
		(W)		Promedio día (h)	Promedio mes (h)	día	KJ	
Casa 01								
Estufa de Aceite 9 Celdas	Sole	1200		3	9	12960		38.88
Iluminación	Varios	120		4.5	67.5	1944		29.16
Ducha	Lorenzetti	5500		0.2	1	3960		19.8
Casa 02								
Estufa de Aceite 7 Celdas	Sole	1100		4	11	15840		43.56
Iluminación	Varios	150		5.2	114.4	2808		61.776
Ducha	Bryant	5500		0.7	1.6	13860		31.68
Casa 03								
Estufa de Aceite 11 Celdas	Sole	1650		3	11.6	17820		68.904
Iluminación	Varios	90		4.5	103.5	1458		33.534
Rapiducha	Rotoplas	4500		0.4	1.3	6480		21.06
						18864	87.84	
						32508	137.016	
						25758	123.498	

Nota: Elaboración propia con toma de datos de las 03 casas



Una vez que recopilamos los datos, se realizó un análisis detallado para identificar patrones de consumo, posibles ineficiencias y áreas de mejora, esto implicó comparar los resultados de lectura con datos históricos para entender las tendencias a lo largo del tiempo, además de ello, se evaluó preparar la información obtenida para poder calcular la eficiencia de los equipos y sistemas de calefacción en uso, el objetivo fue desarrollar el cuadro de información obtenida de la manera más comprensible posible para poder realizar el balance de energía antes de analizar con el enfoque de eficiencia energética, propuesta que hacemos para optimizar el consumo energético en los hogares que se ha seleccionado, la implementación de prácticas más eficientes o la adopción de tecnologías innovadoras, la implementación de estas mejoras no solo contribuye a la reducción de costos, sino que también promueve la sostenibilidad ambiental al minimizar la huella de carbono asociada con el consumo energético.

Los materiales y equipos utilizados en esta etapa fueron:

- 03 casas para evaluar el consumo energético de calefacción y refrigeración.
- Termómetro.
- Barómetro.
- Multímetro (tensión, corriente, ohmímetro).
- Computadora con internet e impresora.
- Equipo GPS.
- Flexo.
- Útiles de escritorio.



- Papel.
- Calculadora Científica.

Tabla 16

Artefactos de Calefacción Identificados con Potencia Nominal

Artefacto	Tipo	Marca	Capacidad	Potencia		
				W	W	W
Calefactor Estufa	Resistivo	Imaco	Ambiente	800		
Calefactor Ptc	Resistivo	Orange	Ambiente	2000		
Estufa de Aceite	Celdas	Sole	Ambiente	600	900	1500
Estufa de Aceite	Celdas	Sole	Ambiente	800	1200	2000
Estufa de Aceite	Celdas	Sole	Ambiente	1000	1500	2000
Rapiducha	Carbón	Rotoplas	Personal	4500		
Ducha	Resistivo	Bryant	Personal	5500		
Ducha	Resistivo	Lorenzetti	Personal	5500		
Terma Eléctrica	Resistivo	Sole	50 l.	1200		
Terma Eléctrica	Resistivo	Sole	80 l.	1500		

Nota: Norma EM.110 y recopilación de información

Tabla 17*Demanda de calor por hogares*

	Casa 01	Casa 02	Casa 03
	Energía x Día	Energía x Día	Energía x Día
	KJ	KJ	KJ
Demanda Volumétrica	62232.82	34085.18	56775.71
Demanda Eléctrica	2828.00	4884.00	4665.00
Otros	7807.30	4676.30	7372.89
TOTAL	72868.11	43645.48	68813.59

Nota: Elaboración propia con datos de las casas 01, 02 y 03

Diseños Sostenibles

Los sistemas de calefacción sostenibles son aquellos diseñados para proporcionar calor de manera eficiente y respetuosa con el medio ambiente, minimizando el consumo de energía y reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero, estos sistemas se basan en tecnologías y fuentes de energía renovable, como la energía solar, la biomasa, la geotermia y el calor residual, para satisfacer las necesidades de calefacción de una vivienda o edificio, uno de los enfoques más comunes en la actualidad es el uso de bombas de calor geotérmicas, que aprovechan el calor almacenado en el suelo para proporcionar calefacción en invierno y refrigeración en verano de manera altamente eficiente y sostenible.

Además de las bombas de calor geotérmicas, otras opciones sostenibles incluyen calderas de biomasa que utilizan combustibles orgánicos como pellets de madera o residuos agrícolas, paneles solares térmicos que capturan la energía del sol para calentar agua, y sistemas de calefacción por suelo radiante que distribuyen el calor de manera uniforme a través de tuberías instaladas debajo del suelo, estos sistemas no solo reducen



la huella de carbono de una vivienda o edificio, sino que también pueden ayudar a disminuir los costos de energía a largo plazo, ya que muchos de ellos aprovechan fuentes de energía gratuitas y renovables.

La elección del sistema de calefacción sostenible más adecuado depende de diversos factores, como el clima local, el tamaño y diseño del edificio, y las preferencias individuales del propietario, sin embargo, independientemente de la opción seleccionada, el objetivo principal es crear un ambiente interior confortable y saludable, mientras se contribuye a la preservación del medio ambiente y se promueve la sostenibilidad energética a largo plazo, también influyen las condiciones locales del mercado o la accesibilidad a los materiales para obtener eficiencia energética dentro de la ciudad donde se ubican nuestras viviendas.

Por las razones indicadas anteriormente hemos elegido y acogido un diseño basado en materiales accesibles a los pobladores de los hogares seleccionados y con estos materiales se realizó el cálculo de Demanda energética para Calefacción, dentro de estas opciones se consideró muchos modelos de eficiencia energética, sin embargo, se seleccionó los materiales sostenibles para mejorar el consumo de Demanda Energética por Calefacción.

El cálculo de la conductividad térmica de un sistema de ventanas con doble vidrio implica considerar varios factores, incluyendo las propiedades térmicas de los materiales utilizados y la resistencia térmica del conjunto de la ventana, la conductividad térmica representa la cantidad de calor que se transfiere a través de un material por unidad de área y unidad de diferencia de temperatura.

Para calcular la conductividad térmica de un sistema de ventanas con doble vidrio, es necesario tener en cuenta, la conductividad térmica del vidrio, por lo general, los



vidrios tienen una conductividad térmica relativamente baja, mientras que el aire atrapado entre los paneles de vidrio actúa como un aislante adicional, la conductividad térmica del aire es aún más baja que la del vidrio, por lo tanto, el cálculo de la conductividad térmica del sistema de ventanas implica considerar la contribución de cada material y el espacio de aire atrapado entre los paneles.

El espesor de los vidrios y el espacio de aire entre ellos también influye en la conductividad térmica del sistema, un espacio de aire más grande permite una mayor resistencia al flujo de calor, lo que puede reducir la conductividad térmica total del conjunto.

La conductividad térmica total del sistema de ventanas con doble vidrio se puede calcular dividiendo el espesor total del conjunto entre la resistencia térmica total, sin embargo, debido a la complejidad de este cálculo y las variaciones en los materiales y diseños de ventanas, es comúnmente determinado experimentalmente o mediante simulaciones computacionales específicas.

Tabla 18

Cálculo de transmitancia para 1 m² con materiales sostenibles

Valores de Transmitancia Térmica de Materiales (m ²)	Poliestireno		Conductividad		Resistencia		Triplay	Conductividad		Resistencia	
	Perlado (m)	Térmica (K)	W/(m°K)	Térmica (R)	Térmica (K)	m ² °K/W		W/(m°K)	Térmica (K)	W/(m°K)	Térmica (R)
Ladrillo - Cemento (Muro Exterior Costilla)	0.010	0.034	0.034	0.294	0.004	0.13	0.004	0.13	0.031	0.031	0.031
Ladrillo - Cemento (Muro Exterior Cabeza)	0.010	0.034	0.034	0.294	0.004	0.13	0.004	0.13	0.031	0.031	0.031
Ladrillo - Cemento (Muro Interior Costilla)	0.010	0.034	0.034	0.294	0.004	0.13	0.004	0.13	0.031	0.031	0.031
Ladrillo - Cemento (Muro Interior Cabeza)	0.010	0.034	0.034	0.294	0.004	0.13	0.004	0.13	0.031	0.031	0.031
Ladrillo - Cemento (Muro Interior Costilla)	0.010	0.034	0.034	0.294	0.004	0.13	0.004	0.13	0.031	0.031	0.031
Ladrillo - Cemento (Muro Interior Cabeza)	0.010	0.034	0.034	0.294	0.004	0.13	0.004	0.13	0.031	0.031	0.031
Ventana de Vidrio Acristalamiento 5 mm											
Ventana de Vidrio Acristalamiento 2.5mm											
Adobe Costilla	0.010	0.034	0.034	0.294	0.004	0.13	0.004	0.13	0.031	0.031	0.031
Adobe Cabeza	0.010	0.034	0.034	0.294	0.004	0.13	0.004	0.13	0.031	0.031	0.031
Techo con Cielo Razo	0.006	0.044	0.044	0.136							
Piso de Madera a 2.5 cm. De Piso	0.025	0.034	0.034	0.735							

Valores de Transmitancia Térmica de Materiales (m ²)	Resistencia	Transmitancia
	Térmica (R)	Térmica (U)
TOTAL	m ² °K/W	W/(m ² °K)
Ladrillo - Cemento (Muro Exterior Costilla)	0.540	1.85
Ladrillo - Cemento (Muro Exterior Cabeza)	0.700	1.43
Ladrillo - Cemento (Muro Interior Costilla)	0.540	1.85
Ladrillo - Cemento (Muro Interior Cabeza)	0.700	1.43
Ladrillo - Cemento (Muro Interior Costilla)	0.540	1.85
Ladrillo - Cemento (Muro Interior Cabeza)	0.700	1.43
Ventana de Vidrio Acristalamiento 5 mm	0.00595	168.00
Ventana de Vidrio Acristalamiento 2.5mm	0.00298	336.00
Adobe Costilla	1.119	0.89
Adobe Cabeza	1.369	0.73
Techo con Cielo Razo	0.511	1.96
Piso de Madera a 2.5 cm. De Piso	0.735	1.36

Nota: Elaboración propia con datos de las casas 01, 02 y 03



Tabla 19

Demanda de energía para calefacción sostenible casa 01

CASA 01	ENERGÍA (KJ)	HORAS DE DEMANDA	ENERGÍA DÍA (KJ)	ENERGÍA MENSUAL (MJ)
DORMITORIO	11262.28	4.00	843.81	25.31
SALA	8591.84	2.00	321.87	9.66
COCINA	7465.30	0.00	0.00	0.00
GARAJE	10565.65	0.00	0.00	0.00
BAÑO	2899.51	0.00	0.00	0.00
PASILLO	6584.78	0.00	0.00	0.00
ESCALERAS	3061.43	0.00	0.00	0.00
TOTAL	50430.80		1165.67	34.97

Nota: Elaboración propia con toma de datos de la casa 01

Tabla 20

Demanda de energía para calefacción sostenible casa 02

CASA 02	ENERGÍA (KJ)	HORAS DE DEMANDA	ENERGÍA DÍA (KJ)	ENERGÍA MENSUAL (MJ)
DORMITORIO 01	4796.88	4.00	354.98	10.65
DORMITORIO 02	7448.82	2.00	275.62	8.27
SALA	3223.92	0.00	0.00	0.00
COCINA	3613.91	0.00	0.00	0.00
BAÑO	595.18	0.00	0.00	0.00
TOTAL	19678.72		630.60	18.92

Nota: Elaboración propia con toma de datos de la casa 02



Tabla 21

Demanda de energía para calefacción sostenible casa 03

CASA 03	ENERGÍA (KJ)	HORAS DE DEMANDA	ENERGÍA DÍA (KJ)	ENERGÍA MENSUAL (MJ)
DORMITORIO 01	9607.80	4.00	711.00	21.33
DORMITORIO 02	9172.25	2.00	339.39	10.18
SALA	16162.16	0.00	0.00	0.00
COCINA	6559.17	0.00	0.00	0.00
BAÑO 01	1628.55	0.00	0.00	0.00
BAÑO 02	1188.27	0.00	0.00	0.00
PASADIZO	8018.47	0.00	0.00	0.00
TOTAL	52336.67		1050.39	31.51

Nota: Elaboración propia con toma de datos de la casa 03

Tabla 22

Artefactos de calefacción eficientes medido en categoría A

Artefacto	Corriente fase 1 (A)	Corriente fase 2 (A)	Promedio de Tensión Medida (V)	Potencia (W)	Potencia Nominal (W)	Diferencia de Potencia (W)
Calefactor Estufa	1.8	1.7	224.5	785.75	800	14.25
Calefactor Ptc	4.5	4.4	224.5	1998.05	2000	1.95
Estufa de Aceite	1.3	1.35	224.5	594.93	600	5.07
Estufa de Aceite	1.8	1.7	224.5	785.75	800	14.25
Estufa de Aceite	2.2	2.2	224.5	987.80	1000	12.20
Rapiducha	10	10	224.5	4490.00	4500	10.00
Ducha	12.6	12.5	224.5	5634.95	5500	-134.95
Ducha	12.2	12.4	224.5	5522.70	5500	-22.70
Terma Eléctrica	2.6	2.5	224.5	1144.95	1200	55.05
Terma Eléctrica	3.2	3.2	224.5	1436.80	1500	63.20

Nota: Elaboración propia

Tabla 23

Demanda de calor por hogares sostenible

	Casa 01	Casa 02	Casa 03
	Energía x Día	Energía x Día	Energía x Día
	KJ	KJ	KJ
Demanda Volumétrica	1165.67	630.60	1050.39
Demanda Eléctrica	2545.20	4395.60	4198.50
Otros	5465.11	3273.41	5161.02
TOTAL	9175.98	8299.61	10409.91

Nota: Elaboración propia

3.2. CON REFERENCIA AL OBJETIVO “EVALUAR EL CONSUMO ENERGÉTICO DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN SOSTENIBLES EN COSTOS”

Si bien los sistemas de refrigeración sostenibles pueden tener costos iniciales más altos, a menudo ofrecen ahorros significativos en costos operativos a largo plazo debido a su mayor eficiencia energética, al considerar el consumo energético en términos de costos, es importante evaluar todos estos factores y realizar un análisis detallado para determinar la opción más rentable para una situación específica.

Evaluar el consumo energético de los sistemas de refrigeración sostenibles en términos de costos implica considerar varios factores, como la eficiencia energética del sistema de refrigeración sostenibles, como las bombas de calor geotérmicas o los sistemas de aire acondicionado de alta eficiencia, tienden a ser más eficientes en términos energéticos que las opciones convencionales, esto significa que consumen menos energía para proporcionar la misma cantidad de refrigeración, por lo tanto, el costo operativo a

largo plazo puede ser significativamente menor. Si bien los sistemas de refrigeración sostenibles pueden tener un costo inicial de instalación más alto en comparación con las opciones convencionales, es importante considerar este gasto en el contexto de los ahorros de energía a lo largo del tiempo, a menudo, los ahorros en costos operativos pueden compensar rápidamente la inversión inicial.

El costo del consumo de energía, varía según la ubicación y las tarifas de energía locales, es importante tener en cuenta estas tarifas al evaluar el impacto financiero de un sistema de refrigeración sostenible, algunas áreas pueden tener incentivos o programas de subsidios que pueden reducir los costos de instalación y operación de estos sistemas.

Por estas razones expuestas, iniciamos indicando la demanda de refrigeración que tienen los hogares seleccionados, indicando que no necesariamente se requiere en todos los ambientes, sin embargo, se ha identificado que se requiere de la demanda de refrigeración para preservar los alimentos, esto implica reducir significativamente el volumen que se requiere refrigerar, o más bien, delimitar a un volumen específico según la necesidad de los volúmenes de alimentos a preservar por parte de los habitantes.

Tabla 24

Demanda de energía para refrigeración casa 01

CASA 01	ENERGÍA (KJ)	HORAS DE DEMANDA	ENERGÍA DÍA (KJ)	ENERGÍA MENSUAL (MJ)
DORMITORIO	19145.88	0.00	0.00	0.00
SALA	14606.13	0.00	0.00	0.00
COCINA	12691.01	2.00	25382.03	761.46
GARAJE	17961.60	0.00	0.00	0.00
BAÑO	4929.17	0.00	0.00	0.00
PASILLO	11194.12	0.00	0.00	0.00



CASA 01	ENERGÍA (KJ)	HORAS DE DEMANDA	ENERGÍA DÍA (KJ)	ENERGÍA MENSUAL (MJ)
ESCALERAS	5204.44	0.00	0.00	0.00
TOTAL	85732.35		25382.03	761.46

Nota: Elaboración propia

Tabla 25

Demanda de energía para refrigeración casa 02

CASA 02	ENERGÍA (KJ)	HORAS DE DEMANDA	ENERGÍA DÍA (KJ)	ENERGÍA MENSUAL (MJ)
DORMITORIO 01	8154.70	0.00	0.00	0.00
DORMITORIO 02	12663.00	0.00	0.00	0.00
SALA	5480.67	2.00	10961.34	328.84
COCINA	6143.65	0.00	0.00	0.00
BAÑO	1011.81	0.00	0.00	0.00
TOTAL	33453.83		10961.34	328.84

Nota: Elaboración propia

Tabla 26

Demanda de energía para refrigeración casa 03

CASA 03	ENERGÍA (KJ)	HORAS DE DEMANDA	ENERGÍA DÍA (KJ)	ENERGÍA MENSUAL (MJ)
DORMITORIO 01	16333.26	0.00 0.00	0.00	0.00
DORMITORIO 02	15592.82		0.00	0.00
SALA	27475.67	2.00	54951.33	1648.54
COCINA	11150.59	0.00	0.00	0.00
BAÑO 01	2768.53	0.00	0.00	0.00
BAÑO 02	2020.06	0.00	0.00	0.00

CASA 03	ENERGÍA (KJ)	HORAS DE DEMANDA	ENERGÍA DÍA (KJ)	ENERGÍA MENSUAL (MJ)
PASADIZO	13631.40	0.00	0.00	0.00
TOTAL	88972.34		54951.33	1648.54

Nota: Elaboración propia

Tabla 27

Artefactos de refrigeración identificados con potencia nominal

Artefacto	Marca	Volumen (m³)	Potencia (W)	Horas Prom. De Uso (h)	Potencia KJ
Refrigeradora	Indurama	0.177	75	3	810
Refrigeradora	LG	0.374	160	3	1728
Refrigeradora	Samsung	0.361	140	4	2016
Frigobar	Indurama	0.122	90	2	648

Nota: Elaboración propia

Tabla 28

Demanda de refrigeración por hogares

	Casa 01	Casa 02	Casa 03
	Energía x Día	Energía x Día	Energía x Día
	KJ	KJ	KJ
Demanda Volumétrica	25382.03	10961.34	54951.33
Demanda Eléctrica	1458.00	1728.00	2016.00
Otros	1610.40	761.36	3418.04
TOTAL	28450.43	13450.70	60385.37

Nota: Elaboración propia



Sistemas de Refrigeración Sostenibles

Los sistemas de refrigeración sostenibles son tecnologías innovadoras diseñadas para proporcionar enfriamiento de manera eficiente y respetuosa con el medio ambiente, estos sistemas se centran en reducir el consumo de energía, minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero y utilizar recursos renovables siempre que sea posible, una de las características clave de los sistemas de refrigeración sostenibles es su capacidad para aprovechar fuentes de energía limpia y renovable, como la energía solar, geotérmica o eólica, para alimentar los procesos de enfriamiento, al hacerlo, ayudan a disminuir la dependencia de los combustibles fósiles y a mitigar el impacto ambiental asociado con la generación de energía.

Además de utilizar fuentes de energía renovable, los sistemas de refrigeración sostenibles también se centran en la eficiencia energética y el uso responsable de los recursos energéticos, incorporan tecnologías avanzadas, como compresores de velocidad variable, intercambiadores de calor de alta eficiencia y sistemas de control inteligente, para maximizar la eficiencia y minimizar las pérdidas de energía, esto no solo reduce los costos operativos a largo plazo, sino que también contribuye a la conservación de recursos naturales y la reducción de emisiones de carbono, los sistemas de refrigeración sostenibles se aplican en una variedad de contextos, desde aplicaciones residenciales y comerciales hasta sistemas de enfriamiento industrial y de gran escala, demostrando su versatilidad y potencial para transformar la forma en que enfriamos nuestros espacios de manera más amigable con el medio ambiente.

En el presente trabajo se han tomado las medidas de energía de refrigeración y se han probado métodos para mejorar el consumo de energía para refrigeración, se pueden considerar como buenas prácticas para conservación de alimentos, sin embargo, la labor

se hace tediosa y necesita que las personas que hacen uso de estos electrodomésticos hagan un uso diferente de los equipos, esto va a depender de la capacidad de adaptación de las personas que usan estos electrodomésticos, por ello, también se evaluó la opción de generar energía renovable para estos electrodomésticos, debido a su requisito de energía que ha disminuido con los electrodomésticos de vanguardia.

Tabla 29

Demanda de refrigeración sostenible por hogares

	Casa 01	Casa 02	Casa 03
	Energía x Día	Energía x Día	Energía x Día
	KJ	KJ	KJ
Demanda Volumétrica	2288.00	1452.80	1870.40
Demanda Eléctrica	1399.68	1658.88	1935.36
Otros	0.00	0.00	0.00
TOTAL	3687.68	3111.68	3805.76

Nota: Elaboración propia

3.3. CON REFERENCIA AL OBJETIVO “EVALUAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN SOSTENIBLES PARA HOGARES”

Al evaluar la eficiencia energética de los sistemas de calefacción y refrigeración sostenibles para hogares, se procedió a analizar su capacidad para proporcionar un ambiente cómodo y controlado con el menor consumo posible de recursos energéticos, estos sistemas están diseñados para maximizar el uso de fuentes de energía renovable y minimizar las pérdidas de energía, lo que contribuye a reducir tanto los costos operativos



como el impacto ambiental, como por ejemplo, las bombas de calor geotérmicas aprovechan el calor almacenado en el suelo para calentar el hogar en invierno y enfriarlo en verano, utilizando una fracción de la energía requerida por sistemas convencionales, esto no solo reduce la dependencia de combustibles fósiles, sino que también disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero.

Además de la posibilidad de utilizar fuentes de energía renovable, los sistemas de calefacción y refrigeración sostenibles para hogares incorporan tecnologías avanzadas para mejorar su eficiencia operativa, esto incluye compresores de velocidad variable, intercambiadores de calor de alta eficiencia y sistemas de control inteligente que optimizan el rendimiento del sistema según las condiciones ambientales y las necesidades de los ocupantes, estas características no solo reducen el consumo de energía, sino que también mejoran la comodidad en el hogar al garantizar una temperatura estable y uniforme en todo momento.

La eficiencia energética de los sistemas de calefacción y refrigeración sostenibles para hogares se traduce en beneficios económicos y medioambientales a largo plazo, la reducción en los costos de energía operativa ayuda a los hogares a ahorrar dinero en sus facturas de servicios públicos, mientras que la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero contribuye a mitigar el cambio climático y a preservar el medio ambiente para las generaciones futuras, para los casos de estudio se pudo identificar un valor para calefacción y refrigeración que presentamos a continuación:

Tabla 30*Demanda de energía por hogares*

Descripción	Casa 01	Casa 02	Casa 03
Volumen (m ³)	241.07	94.07	250.18
Demanda de Calor (KJ)	72868.11	43645.48	68813.59
Demanda de Refrigeración (KJ)	28450.43	13450.70	60385.37
Demanda de Calor (KJ - m ³)	302.28	463.99	275.06
Demanda de Refrigeración (KJ - m ³)	118.02	142.99	241.37
Demanda de Energía Q + R	420.30	606.98	516.43

Nota: Elaboración propia

Tabla 31*Demanda de energía sostenible por hogares*

Descripción	Casa 01	Casa 02	Casa 03
Volumen (m ³)	241.07	94.07	250.18
Demanda de Calor (KJ)	9175.98	8299.61	10409.91
Demanda de Refrigeración (KJ)	3687.68	3111.68	3805.76
Demanda de Calor (KJ - m ³)	38.06	88.23	41.61
Demanda de Refrigeración (KJ - m ³)	15.30	33.08	15.21
Demanda de Energía Q + R	53.36	121.31	56.82

Nota: Elaboración propia

Tabla 32*Eficiencia energética de calefacción y refrigeración sostenibles*

Descripción	Casa 01	Casa 02	Casa 03
Eficiencia (η)	0.13	0.20	0.11
Eficiencia (% η)	12.70%	19.99%	11.00%

Nota: Elaboración propia



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- a) Como primer resultado, podemos indicar que la transmitancia térmica (U) que se ha obtenido luego de evaluar los diferentes materiales constructivos de los 03 hogares, que tienen un valor por encima de $2.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{K})$ en promedio, presentan condiciones desfavorables para la habitabilidad, se han tomado medidas de los ambientes y éstos valores fluctúan entre los $8 \text{ }^\circ\text{C}$ a $10 \text{ }^\circ\text{C}$, por esta razón, podemos indicar que la climatización en estos hogares no es buena, se analizó mejorando la transmitancia térmica de los materiales constructivos internos de los hogares, recubrimiento de capas con Poliéstireno (presentación perlado) y una final de triplay, para analizar primeramente en base a su valor calculado, las características de transmitancia térmica fueron favorables en todos los casos, así mismo se consideró mejorar la conductividad térmica de pisos y techos, el cálculo demostrado en la tabla 17, indica que se puede llegar a obtener condiciones favorables de calefacción llegando a tener una sensación térmica de entre 17 a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ en los ambientes que usen estos materiales.

Coincidimos con las conclusiones vertidas por el Doctor Alejandro Salinas, los materiales que retardan la transmisión térmica diferencial son buenos para mejorar las capacidades térmicas de ambientes y no experimentar pérdidas de calor súbitas, con lo que se mejora el confort del ambiente y se requiere de pequeñas cantidades de energía térmica para incrementar la temperatura en el ambiente.

En lo que refieren Chambergo & Aguinaga respecto a la reducción de demanda de potencia y consumo de energía. Es que podemos afirmar que coincidimos que si es



factible ahorrar energía haciendo uso de materiales sostenibles que dispongan de comportamiento favorable para aislar la pérdida de calor, mejorando el confort en los ambientes que tengan mayor cantidad de horas de uso al día.

- b) Muchas veces se considera que la energía de refrigeración se utiliza solo en las regiones que superan la temperatura ambiente de 20 °C (costa y selva), sin embargo, en la región altoandina de Puno es necesario indicar que la energía de refrigeración se usa para la conservación de los alimentos de primera necesidad, se ha identificado que estos sistemas de refrigeración se usan de manera excesiva sin un estimado apropiado para la selección de electrodoméstico (Refrigeradores, Frigobar), se adquieren electrodomésticos con capacidades superiores de las requeridas por las personas que habitan las viviendas, así mismo, se ha visto que disponen ambientes muy grandes para la conservación de alimentos no perecibles.

Estamos de acuerdo con lo que indica Fernández, debido a que, si es posible disminuir la huella de carbono, utilizando materiales y prácticas que generen sostenibilidad, reduciendo el uso de energía generada que se consume en las viviendas, todo ahorro de energía contribuye con la disminución de los efectos negativos que actualmente se vienen sufriendo a nivel mundial.

Según lo que indica Manrique, sería favorable considerar generación de energía renovable para el uso de los diferentes electrodomésticos en las viviendas, sin embargo, esto significaría ampliar el tema de estudio, motivo por el cual nos limitamos a dar nuestro punto de vista de acuerdo a la experiencia que pudimos obtener durante la presente investigación.



V. CONCLUSIONES

PRIMERA: El análisis de la transmitancia térmica de los materiales constructivos de los tres hogares evaluados revela condiciones desfavorables para la habitabilidad, con valores promedio de U por encima de $2.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{K})$ y temperaturas ambiente fluctuando entre los $8 \text{ }^\circ\text{C}$ y $10 \text{ }^\circ\text{C}$. Esto indica una deficiente climatización en los hogares estudiados, sin embargo, al mejorar la transmitancia térmica de los materiales mediante el recubrimiento con Poliestireno perlado y triplay, se puede observar una mejora significativa en las características de transmitancia térmica, con condiciones favorables en todos los casos según los cálculos analizados, además de ello, al considerar la mejora en la conductividad térmica de pisos y techos, se proyecta la posibilidad de obtener condiciones óptimas de calefacción, con una sensación térmica estimada entre $17 \text{ }^\circ\text{C}$ y $20 \text{ }^\circ\text{C}$ en los ambientes que utilicen estos materiales sostenibles, estos resultados sugieren que la aplicación de las técnicas de mejora mediante materiales sostenibles puede tener un impacto positivo en la habitabilidad y el confort térmico de los hogares.

SEGUNDA: Los sistemas de refrigeración en la región altoandina de Puno no se limita únicamente a la climatización de espacios, sino que también se extiende a la conservación de alimentos de primera necesidad, a menudo, los electrodomésticos como refrigeradores y frigobares adquiridos tienen capacidades superiores a las necesidades reales de los habitantes de las viviendas, además de ello, se observa una tendencia a asignar espacios excesivamente grandes para la conservación de alimentos no perecibles,



por lo tanto, es crucial promover la educación y conciencia sobre la eficiencia energética, así como proporcionar orientación adecuada para la selección de electrodomésticos que se ajusten realmente a las necesidades de los usuarios, con el fin de reducir el consumo innecesario de energía de refrigeración y promover prácticas sostenibles en la región.



VI. RECOMENDACIONES

PRIMERA: Implementar medidas de mejora de la eficiencia energética en los hogares evaluados, especialmente enfocadas en la reducción de la transmitancia térmica de los materiales constructivos, el recubrimiento de capas con Poliestireno perlado y triplay, como se mencionó en el análisis, ha demostrado ser efectivo para mejorar las características de transmitancia térmica de manera favorable, se debe considerar la mejora de la transmitancia térmica de pisos y techos como parte de este proceso de optimización, estas medidas no solo ayudarán a crear un ambiente más confortable y habitable, sino que también contribuirán a reducir los costos de calefacción y refrigeración, así como a disminuir el consumo de energía generada en los hogares.

SEGUNDA: Se recomienda promover la educación y conciencia sobre el uso eficiente de la energía y la selección adecuada de electrodomésticos en la región altoandina de Puno, es fundamental que las personas comprendan que la energía de refrigeración no solo se utiliza para climatizar espacios, sino también para la conservación de alimentos, especialmente en áreas con temperaturas más frías, se debe brindar información sobre cómo seleccionar electrodomésticos con capacidades acordes a las necesidades reales de las personas que habitan las viviendas, evitando la compra de equipos con capacidades excesivas que consuman más energía de la necesaria.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ardiles, G. (2021). “Factores Críticos en la Adopción de Criterios de Sostenibilidad Ambiental en La Planificación de Edificaciones Residenciales en Arequipa Metropolitana”. *Repositorio Institucional*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN, Arequipa, Perú.
- Arhuire, I., & Hanco, L. (2020). Caracterización de la Radiación Solar en Puno para el Diseño de un Sistema Térmico Solar de Agua Caliente Sanitaria para un Hotel de 50 Personas. *Repositorio Institucional*. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, Puno, Perú.
- Cárcel, J., Peñalvo, E., Palmero, L., & Valcunde, M. (2021). *Eficiencia Energética y Construcción Sostenible* (Primera ed.). CONDAP.
- Ceballos, J., & González, A. (2015). *Guías de Construcción Sostenible* (Primera ed.). Bogotá, Colombia: Area Metropolitana.
- Cengel, Y., & Ghajar, A. (2011). *Transferencia de Calor y Masa* (Cuarta ed.). México: McGrawHill Educación.
- Chambergó, C., & Aguinaga, A. (2019). Incidencia de los Protocolos de Medición y Verificación en la Implementación de Sistemas de Gestión de la Energía. *Repositorio Institucional*. UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO, Lambayeque, Perú.
- Chambi, J., & Cahui, D. (2022). Diseño de un Sistema de Calefacción Eficiente con Radiadores para un Volumen de 159.03 m³ que se Implementara en el Laboratorio de Ingeniería Mecánica Eléctrica UNA – PUNO 2021. *Repositorio Institucional*. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, Puno, Perú.
- Cilento, A. (2015). *Construcción Sostenible Piezas Para la Investigación y la Acción* (Primera ed.). Venezuela: Ediciones FAU-UCV.
- Creus, A. (2009). *Instrumentos Industriales, su Ajuste y Calibración* (Tercera ed.). México: Alfaomega.



- Creus, A. (2011). *Instrumentación Industrial* (Octava ed.). México: Alfaomega.
- Cuchí, A., Arcas, J., & Pagés, A. (2017). *Estudio de la Distribución del Consumo Energético Residencial para Calefacción en España* (Primera ed.). España: GTR.
- Fernández, D. (2021). Edificios Energéticamente Sostenibles. Evaluación de Propuestas de Mejora en Edificios Universitarios Existentes. *Repositorio Institucional*. UNIVERSIDAD DE VALLADOLID, Valladolid, España.
- Fujimori, A. (2000). *Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía* (Primera ed.). Lima, Perú: El Peruano.
- García, A. (2007). *Reglamento de la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía* (Primera ed.). Lima, Perú: El Peruano.
- Gil, M. (2020). Mejora de la Sostenibilidad de los Edificios de uso Educativo en Clima Mediterráneo: Aplicación práctica de diseño y cálculo de Sistemas de Ventilación Natural. *Repositorio Institucional*. UNIVERSIDAD DE SEVILLA, Sevilla, España.
- Gonul, G., & Vinci, S. (2021). *Integración de Renovables de Baja Temperatura en Redes de Energía Urbana* (Primera ed.). Dinamarca: IRENA.
- Idae, A. (2012). *Guía técnica de instalaciones de calefacción individual* (Primera ed.). Madrid, España: IDAE.
- López, C. (2022). *Reglamentación Ecurbanismo y Construcción Sostenible* (Primera ed.). Bogotá, Colombia: CCCS.
- Manrique, H. (2022). Evaluación de la Eficiencia Energética de un Sistema de Generación Eléctrica que usa Como Fuente de Energía la Biomasa. *Repositorio Institucional*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA, Arequipa, Perú.
- Mott, R. U. (2015). *Mecánica de Fluidos* (Séptima ed.). México: Pearson.



- Pitarch, M. (2022). *Especificaciones Técnicas para la Compra Pública Sustentable de Equipos de Aire Acondicionado Energéticamente Eficientes* (Primera ed.). Naciones Unidas: ONU.
- Rabanal, M. (2022). *Instalaciones Centralizadas de Calefacción, Refrigeración y ACS (2022)* (Primera ed.). España: Fundación de la Energía.
- Risso, A., Zhao, A., & San Pascual, R. (2021). *Proyectos Demostrativos de Eficiencia Energética con Enfoque en Refrigeración en Establecimientos de Salud de Argentina, China y Filipinas* (Primera ed.). Argentina: REEL.
- Saavedra, M., & Mamani, Y. (2021). Diseño de un Sistema de Acumulación Térmica y Controladores para Aplicaciones de Calefacción con Termas Solares, en la Región Altoandina - PUNO. *Repositorio Institucional. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO*, Puno, Perú.
- Sagasti, F. (2021). *Decreto Supremo que aprueba el Código Técnico de Construcción Sostenible* (Primera ed.). Lima, Perú: El Peruano.
- Salinas, A. (2020). Tecnología para la Optimización del Proceso de Calefacción y Otros Beneficios de Confort de Habitabilidad de un Prototipo Domo Experimental Utilizando Materiales de Cambio de Fase (PCM) Instalado en la Ciudad de Urubamba - Cusco. *Repositorio Institucional. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO*, Puno, Perú.
- Santos, c. (2014). *Manual de Buenas Prácticas en Refrigeración* (Primera ed.). Colombia: MinAmbiente.
- Torrente, O. (2013). *Arduino Curso Práctico de Formación* (Primera ed.). México: Alfaomega.
- Vásquez, A. (2017). *La Industria de la Energía Renovable en el Perú* (Primera ed.). Lima, Perú: Osinergmin.
- Vilca, J. (2020). Infraestructura Bioclimática para las Oficinas del Ministerio Público Bajo Criterios de Confort Térmico y Eficiencia Energética Puno 2019. *Repositorio Institucional. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO*, Puno, Perú.

ANEXOS

ANEXO 1. Valores de Conductividad Térmica

Material	Espesor, <i>L</i> mm	Densidad, ρ kg/m ³	Conductividad térmica, <i>k</i> W/m · K	Calor específico, <i>c_p</i> kJ/kg · K	Valor <i>R</i> (para los espesores de la lista, <i>L/k</i>), K · m ² /W
Tableros de construcción					
Tablero de asbesto-cemento	6 mm	1 922	—	1.00	0.011
Tablero de yeso de revoque	10 mm	800	—	1.09	0.057
	13 mm	800	—	—	0.078
Madera contrachapada (abeto Douglas)	—	545	0.12	1.21	—
	6 mm	545	—	1.21	0.055
	10 mm	545	—	1.21	0.083
	13 mm	545	—	1.21	0.110
	20 mm	545	—	1.21	0.165
Tablero y entablado aislados (densidad común)	13 mm	288	—	1.30	0.232
	20 mm	288	—	1.30	0.359
Tablero duro (de alta densidad, amasado estándar)	—	1 010	0.14	1.34	—
Tablero aglutinado:					
Densidad media	—	800	0.14	1.30	—
Contrapiso	16 mm	640	—	1.21	0.144
Contrapiso de madera	20 mm	—	—	1.38	0.166
Membrana de construcción					
Filtro permeable al vapor	—	—	—	—	0.011
Sello de vapor (2 capas de fieltro de 0.73 kg/m ² estropajado)	—	—	—	—	0.021
Materiales para piso					
Alfombra y carpeta fibrosa	—	—	—	1.42	0.367
Alfombra y carpeta de caucho	—	—	—	1.38	0.217
Loseta (asfalto, linóleo, vinilo)	—	—	—	1.26	0.009
Materiales para mampostería					
<i>Unidades de mampostería:</i>					
Ladrillo común		1 922	0.72	—	—
Ladrillo para fachada		2 082	1.30	—	—
Ladrillo de arcilla refractaria		2 400	1.34	—	—
		1 920	0.90	0.79	—
		1 120	0.41	—	—
Bloques de concreto (3 núcleos ovales, agregado de arena y grava)	100 mm	—	0.77	—	0.13
	200 mm	—	1.0	—	0.20
	300 mm	—	1.30	—	0.23
<i>Concretos:</i>					
Agregados ligeros (incluyendo esquisto, arcilla o pizarra expandidos; escorias de alto horno expandidas; cenizas de alto horno; piedra pómez y escoria)		1 920	1.1	—	—
		1 600	0.79	0.84	—
		1 280	0.54	0.84	—
		960	0.33	—	—
Cemento/cal, mortero y estuco		940	0.18	—	—
		1 920	1.40	—	—
Estuco		1 280	0.65	—	—
		1 857	0.72	—	—

Fuente: (Cengel & Ghajar, 2011)

Material	Espesor, L mm	Densidad, ρ kg/m ³	Conductividad térmica, k W/m · K	Calor específico, c_p kJ/kg · K	Valor R (para los espesores de la lista, L/k), K · m ² /W
Material para techos					
Tejas de asbesto-cemento		1 900	—	1.00	0.037
Asfalto en rollos		1 100	—	1.51	0.026
Tejas de asfalto		1 100	—	1.26	0.077
Techado incorporado	10 mm	1 100	—	1.46	0.058
Pizarra	13 mm	—	—	1.26	0.009
Tejas de madera (simples o con cara de plástico/película)		—	—	1.30	0.166
Materiales para revoque					
Revoque de cemento, agregado de arena	19 mm	1 860	0.72	0.84	0.026
Revoque de yeso: Agregado ligero	13 mm	720	—	—	0.055
Agregado de arena	13 mm	1 680	0.81	0.84	0.016
Agregado de perlita	—	720	0.22	1.34	—
Material para forro exterior (sobre superficies planas)					
Tejas de asbesto-cemento	—	1 900	—	—	0.037
Forro de tablero duro	11 mm	—	—	1.17	0.12
Forro de madera (rebajada)	25 mm	—	—	1.30	0.139
Forro de madera (contrachapada, traslapada)	10 mm	—	—	1.21	0.111
Forro de aluminio o acero (sobre encofrado):					
Con respaldo hueco	10 mm	—	—	1.22	0.11
Con respaldo de tablero aislante	10 mm	—	—	1.34	0.32
Vidrio arquitectónico	—	2 530	1.0	0.84	0.018
Maderas					
Maderas duras (arce, roble, etc.)	—	721	0.159	1.26	—
Maderas suaves (abeto, pino, etc.)	—	513	0.115	1.38	—
Metales					
Aluminio (1 100)	—	2 739	222	0.896	—
Acero dulce	—	7 833	45.3	0.502	—
Acero inoxidable	—	7 913	15.6	0.456	—

Fuente: Las tablas A-5 y A-6 se adaptaron tomándolas del Handbook of Fundamentals de la ASHRAE (Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, 1993), Cap. 22, tabla 4. Usadas con autorización.

Fuente: (Cengel & Ghajar, 2011)

ANEXO 2. Ficha Técnica de Calefactor Imaco 800W



Estufa Imaco de Cuarzo 800W. Mod. Qh2000
Imaco 120825



FICHA TÉCNICA

Características Cabezal ajustable a distintos ángulos. Sistema de seguridad antivuelco. 2 niveles de calentamiento.	Garantía 2 Años
Observaciones Uso domestico , Interior	Profundidad Del Producto 9.20 cm
Recomendaciones De Uso Leer las instrucciones de uso, antes de emplear el producto.	Altura Del Producto 38 cm
Modelo QH2000	Tipo de Producto Estufa
Ancho Del Producto 27.30 cm	Sub Tipo de Producto Eléctrica
Material Polipropileno	Color Gris
Tipo de conducción térmica Radicación	Temporizador No
Oscilante No	Marca Imaco
Potencia 800 W	Peso Del Producto 4 kg
Tipo de Panel Análogo	Advertencia de uso No dejar el aparato en funcionamiento mientras está durmiendo, existe riesgo de lesiones. Si la conexión al suministro de red está dañada, debe ser sustituida. A fin de evitar un sobrecalentamiento, no cubrir el aparato. No situar material combustible en las inmediaciones del aparato. Mantener lejos del alcance de los niños. No utilizar el aparato cerca del agua.

ANEXO 3. Ficha Técnica de Calefactor Orange Ptc 2000W



Calefactor Ptc 2000w Nt20 Orange
Orange 147855



FICHA TÉCNICA

Características 2 niveles de calefacción. Protección contra sobrecalentamiento y protección contra vuelcos. Termostato regulable. Oscilación del ángulo del viento. Proporciona calidez a un ámbito más amplio.

Garantía 1 Año

Profundidad Del Producto 16 cm

Recomendaciones De Uso Ideal para calentar áreas interiores.

Altura Del Producto 24.8 cm

Tipo de energía Eléctrica

Modelo NT20

Tipo de Producto Calefactor

Ancho Del Producto 18.7 cm

Material Plástico

Color Blanco

Marca Orange

Potencia 2000 W

Peso Del Producto 1.74 kg

Ventajas De gran utilidad.

Advertencia de uso Antes de encender, compruebe que el voltaje de la red coincida con el indicado en la placa de características.

Tipo de uso Interior

Uso Para obtener calidez en las áreas interiores.

¿Dónde usarlo? En áreas interiores.

ANEXO 4. Ficha Técnica de Estufa Sole 600-1500 W



Estufa Sole de aceite 7 celdas

Sole 109520



FICHA TÉCNICA

Despacho 24 horas Sí	Características Estufa eléctrica que tiene por función calentar agradablemente el ambiente sin secarlo, conservando el calor por más tiempo. No existe peligro de combustión, el aceite es calentado a una temperatura moderada y este a su vez calienta el aire 3 niveles de potencia. Termostato automático. Con ruedas para fácil traslado.
Garantía 1 Año	Observaciones No usar en exteriores, no utilizar el producto para otro uso que no esté previsto, salvo que el manual de uso indique lo contrario.
Profundidad Del Producto 37 cm	Recomendaciones De Uso Asegúrese de que el suministro eléctrico corresponda al que se indica en la etiqueta de clasificación. Desenchufe la estufa siempre que no esté en uso y cuando lo limpie. Guarde la estufa limpia, es necesario la supervisión de la estufa cuando es usada cerca de niños, mascotas y personas discapacitadas, coloque la estufa en el piso a una distancia mínima de 90 cm de la pared y cualquier objeto, cortinas o plantas.
Altura Del Producto 65 cm	Área de cobertura 13 m ²
Modelo SOLE1200	Tipo de Producto Estufa
Ancho Del Producto 16 cm	Sub Tipo de Producto Eléctrica
Material Metal/Plástico	Color Gris
Tipo de conducción térmica Aceite térmico	Temporizador No
Oscilante No	Marca Sole
Potencia 600/900/1500 W	Peso Del Producto 10.7 kg

ANEXO 5. Ficha Técnica de Estufa Sole 800-2000 W



Estufa Aceite 9 Celdas Sole

Sole 115501



FICHA TÉCNICA

Despacho 24 horas Sí	Características Estufa eléctrica que tiene por función calentar agradablemente el ambiente sin secarlo, conservando el calor por más tiempo. No existe peligro de combustión, el aceite es calentado a una temperatura moderada y este a su vez calienta el aire 3 niveles de potencia. Termostato automático. Con ruedas para fácil traslado.
Garantía 1 Año	Observaciones No usar en exteriores, no utilizar el producto para otro uso que no esté previsto, salvo que el manual de uso indique lo contrario.
Profundidad Del Producto 45 cm	Recomendaciones De Uso Asegúrese de que el suministro eléctrico corresponda al que se indica en la etiqueta de clasificación. Desenchufe la estufa siempre que no esté en uso y cuando lo limpie. Guarde la estufa limpia, es necesario la supervisión de la estufa cuando es usada cerca de niños, mascotas y personas discapacitadas, coloque la estufa en el piso a una distancia mínima de 90 cm de la pared y cualquier objeto, cortinas o plantas.
Altura Del Producto 65 cm	Área de cobertura 8-17 m ²
Modelo SOLE2000	Tipo de Producto Estufa
Ancho Del Producto 16 cm	Sub Tipo de Producto Eléctrica
Material Metal	Color Blanco
Tipo de conducción térmica Aceite térmico	Temporizador No
Oscilante No	Marca Sole
Potencia 800-1200-2000 W	Peso Del Producto 5 kg

ANEXO 6. Ficha Técnica de Estufa Sole 1000-2000 W



Estufa Sole eléctrica de aceite 11 celdas

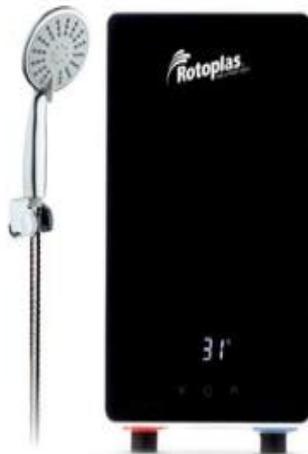
Sole 105475



FICHA TÉCNICA

Despacho 24 horas Sí	Características Estufa eléctrica que tiene por función calentar agradablemente el ambiente sin secarlo, conservando el calor por más tiempo. No existe peligro de combustión, el aceite es calentado a una temperatura moderada y este a su vez calienta el aire 3 niveles de potencia. Termostato automático. Con ruedas para fácil traslado.
Garantía 1 Año	Observaciones No usar en exteriores, no utilizar el producto para otro uso que no esté previsto, salvo que el manual de uso indique lo contrario.
Profundidad Del Producto 54 cm	Recomendaciones De Uso Asegúrese de que el suministro eléctrico corresponda al que se indica en la etiqueta de clasificación. Desenchufe la estufa siempre que no esté en uso y cuando lo limpie. Guarde la estufa limpia, es necesario la supervisión de la estufa cuando es usada cerca de niños, mascotas y personas discapacitadas, coloque la estufa en el piso a una distancia mínima de 90 cm de la pared y cualquier objeto, cortinas o plantas.
Altura Del Producto 65 cm	Área de cobertura 21 m ²
Modelo SOLE2500	Tipo de Producto Estufa
Ancho Del Producto 24 cm	Sub Tipo de Producto Eléctrica
Material Metal/Plástico	Color Gris
Tipo de conducción térmica Aceite térmico	Temporizador No
Oscilante No	Marca Sole
Potencia 1000/1500/2000 W	Peso Del Producto 7 kg

ANEXO 7. Ficha Técnica de Rapi ducha Rotoplas 4500 W



Rapiducha Rotoplas New Compact 2.5L/min 4500W IP25 220V Negro

Rotoplas 135395



FICHA TÉCNICA

Características Funciona con bajo caudal. Sistema Test/Reset para el encendido y apagado del equipo. Reducción de gasto energético debido a que su tanque interno es más pequeño y hace que el agua se caliente más rápido. Óptimo funcionamiento con mínimo caudal. Control de temperatura electrónica que permite seleccionar la temperatura del agua según la necesidad de cada persona. Cuenta con sensores que evitan que se sobrecaliente y pueda causar daños al usuario panel digital.

Garantía 2 Años

Observaciones Utilizar el producto adecuadamente para un mejor funcionamiento y duración.

Profundidad Del Producto 4.5 cm

Recomendaciones De Uso Leer el manual antes de usar el producto. La instalación debe hacerlo personal calificado

Altura Del Producto 22 cm

Modelo New Compact

Tipo de Producto Rapiducha

Ancho Del Producto 15 cm

Sub Tipo de Producto Eléctrica

Material Polipropileno

Color Negro

Regulador de presión Si

Regulador de temperatura Si

Eficiencia energética C

Largo de la manguera 120 cm

Marca Rotoplas

Presión máxima de trabajo 2.5 PSI

Potencia 4500 W

Peso Del Producto 2.5 kg

ANEXO 8. Ficha Técnica de Ducha Maxi 5500 W



Ducha Maxi Línea Bryant
Bryant 137377



FICHA TÉCNICA

Características Cuatro temperaturas. Simple control de temperatura. Fácil instalación. Más seguridad. Mayor potencia.	Garantía 1 Año
Observaciones Garantía de 1 año.	Profundidad Del Producto 14.3 cm
Recomendaciones De Uso Instalar llave térmica utilizado para fase y encendido en serie con llave general.	Altura Del Producto 11.5 cm
Modelo Maxi Línea	Tipo de Producto Ducha
Ancho Del Producto 14.3 cm	Sub Tipo de Producto Eléctrica
Material Termoplástico	Color Blanco
Regulador de presión No	Regulador de temperatura Si
Eficiencia energética D	Marca Bryant
Presión máxima de trabajo 1.5 PSI	Potencia 5500 W
Peso Del Producto 0.78 kg	Tipo de salida Regular

ANEXO 9. Ficha Técnica de Ducha Lorenzetti 5500 W



Ducha Eléctrica Maxi Ducha Lorenzetti

Lorenzetti 13099



FICHA TÉCNICA

Youtube https://youtu.be/d4or5prvivw	Características Economía en el precio y modernidad del diseño acompañan a la Maxi Ducha de 3 temperaturas. Con esparcidor de grandes dimensiones, la Maxi Ducha proporciona un baño relajante, pues ofrece un flujo de agua uniforme.
Garantía 1 Año	Observaciones Elegir la resistencia compatible para la ducha.
Profundidad Del Producto 14 cm	Recomendaciones De Uso El aparato debe tener una conexión independiente a través un cableado exclusivo conectado a un disyuntor exclusivo en el tablero eléctrico, según requisitos en la tabla de características técnicas.
Altura Del Producto 15.6 cm	Modelo Maxi ducha ultra 3T
Tipo de Producto Ducha	Ancho Del Producto 13.1 cm
Sub Tipo de Producto Eléctrica	Material Polipropileno
Color Blanco	Regulador de presión Si
Regulador de temperatura Si	Temperatura máxima 15.2 °C
Eficiencia energética D	Largo de la manguera 190 cm
Marca Lorenzetti	Presión máxima de trabajo 1.5 PSI

ANEXO 10. Ficha Técnica de Terma Sole 1200 W



Terma eléctrica Evolución Vertical/Pared 50 litros Sole

Sole 87375



- ✓ Tanque de acero esmaltado.
- ✓ En el interior tiene una capa de aislamiento de poliuretano ecológico para evitar que se transmita el calor.
- ✓ Cuenta con regulador de temperatura.
- ✓ 2 puntos de abastecimiento en simultáneo.
- ✓ Con válvula de seguridad.



FICHA TÉCNICA

Características Terma eléctrica de 50 L de capacidad hecha de acero esmaltado con una capa de pintura electrostática en el exterior, en el interior tiene una capa de aislamiento de poliuretano ecológico para evitar que se transmita el calor a la parte externa del tanque y mantener el agua caliente internamente por más tiempo, entradas de agua ubicados en la parte inferior hecho de acero inoxidable. Cuenta con ánodo de sacrificio de magnesio que funciona como protección anticorrosiva, termómetro, luz piloto, válvula check de doble seguridad que tiene por función evitar el retorno del agua caliente por las tuberías de agua fría y evitar la sobrepresión interna de la terma (90 PSI), termostato europeo tipo lanza de doble seguridad, rele térmico contra sobrevoltaje, resistencia europea aislada eléctricamente. Resistencia de 1200 W, Voltaje: 220 V - 60 Hz, Prueba hidrostática del tanque: 180 PSI. Rango de operación: hasta 75°, calibración de fábrica: 65°.

Garantía 8 años

Observaciones Terma se adosa a la pared y se instala en vertical, uso ideal para 2 - 3 personas y 2 puntos en simultáneo. Instalar con una llave termomagnética de 16 A. La altura del producto es incluyendo tuberías. Indicador de temperatura de la terma es referencial. Tiempo de garantía solo es para tanque interno. Tiempo de calentamiento primer uso: 1 hora 30 min aprox

Profundidad Del Producto 43 cm

Recomendaciones De Uso Recomendamos hacer un mantenimiento preventivo cada año por personal calificado de la marca. Limpie la parte exterior de su terma con paño semi-húmedo con limpiacristales o una solución de agua y jabón. Existen ciudades en dónde se caracterizan por tener aguas excesivamente "duras" (exceso de cloro), si este es su caso, recomendamos instale un ablandador de agua o dispositivo similar para evitarlo. Para vaciar la terma para hacerle un mantenimiento, desconecte los tubos de abasto y retire el tapón del ánodo de 3/4", por dicho agujero evacuará el agua.

Altura Del Producto 57.6 cm



ANEXO 11. Ficha Técnica de Terma Sole 1500 W



Terma eléctrica Elite 80 litros Sole
Sole 102984



FICHA TÉCNICA

Características Terma eléctrica de 80 L de capacidad hecha de acero esmaltado con una capa de pintura electrostática en el exterior, en el interior tiene una capa de aislamiento de poliuretano ecológico para evitar que se transmita el calor a la parte externa del tanque y mantener el agua caliente internamente por más tiempo, entradas de agua ubicados en la parte inferior hecho de acero inoxidable. Cuenta con ánodo de sacrificio de magnesio que funciona como protección anticorrosiva, termómetro, luz piloto, válvula check de doble seguridad que tiene por función evitar el retorno del agua caliente por las tuberías de agua fría y evitar la sobrepresión interna de la terma (90 PSI), termostato europeo tipo lanza de doble seguridad, rele térmico contra sobrevoltaje, resistencia europea aislada eléctricamente. Resistencia de 1500 W, Voltaje: 220 V - 60 Hz, Prueba hidrostática del tanque: 180 PSI. Rango de operación: hasta 75°, calibración de fábrica: 65°.

Garantía 10 Años

Observaciones Terma se adosa a la pared y se instala en vertical, uso ideal para 3 - 4 personas y 3 puntos en simultáneo. Instalar con una llave termomagnética de 16 A. La altura del producto incluye tuberías. Indicador de temperatura de la terma es referencial. Tiempo de garantía solo aplica para tanque interno. Tiempo de calentamiento primer uso: 2 horas y 30 min aprox

Profundidad Del Producto 47 cm

Recomendaciones De Uso Recomendamos hacer un mantenimiento preventivo cada año por personal calificado de la marca. Limpie la parte exterior de su terma con paño semi-húmedo con limpiacristales o una solución de agua y jabón. Existen ciudades en donde se caracterizan por tener aguas excesivamente "duras" (exceso de cloro), si este es su caso, recomendamos instale un ablandador de agua o dispositivo similar para evitarlo. Para vaciar la terma para hacerle un mantenimiento, desconecte los tubos de abasto y retire el tapón del ánodo de 3/4", por dicho agujero evacuará el agua.

Altura Del Producto 84 cm



ANEXO 12. Ficha Técnica de Refrigeradora Sole 75 W



Refrigeradora Indurama RI-289D Top Freezer 177L Gris

Indurama 148753



- ✓ Acabado en color croma.
- ✓ Capacidad de 177 litros para almacenar alimentos y bebidas.
- ✓ Sistema de enfriamiento rápido para mantener los alimentos frescos.
- ✓ Sistema Autofrost.
- ✓ Compartimento para frutas y verduras.
- ✓ Iluminación LED.
- ✓ Compresor de alta eficiencia para un menor consumo de energía.
- ✓ Dispensador de agua de 2 lts.



FICHA TÉCNICA

Diseño de Refrigeradora Top Freezer	Consumo de energía 161 kWh/año
Características Sistema Autofrost. Dispensador de agua (2 l). Manija integrada. Ruedas y patas ajustables. Control de temperatura interno. Compartimiento congelador. Bandejas regulables de vidrio templado. Cajón de frutas y verduras. Balcones transparentes. Iluminación LED.	Garantía 1 Año
Profundidad Del Producto 51.5 cm	Recomendaciones De Uso Para un correcto funcionamiento de su equipo, es recomendable ubicarlo a unos 15 cm de la pared y procure revisar que esté bien nivelado para evitar que la puerta no cierre bien, que los motores se deterioren y que el interior del refrigerador se condense. Si se transporta el refrigerador hágalo en posición vertical, no lo acueste ni le dé vuelta, puede golpear el gabinete y derramarse el aceite del compresor al sistema de refrigeración. Espere 24 h para conectarlo nuevamente. Mínimo cada 4 meses debe realizarle una limpieza profunda al refrigerador para mantener sus compartimientos en buen estado. Al mover el refrigerador de lugar, sujételo de la base inferior. Asegúrese de que la puerta cierre perfectamente.
Altura Del Producto 122.9 cm	Tipo de energía Eléctrica
Tipo de tirador Integrado	Material de acabado Laminado
Modelo RI-289D	Tipo de Producto Refrigeradora
Ancho Del Producto 51.4 cm	Material Acero Galvanizado
Capacidad total útil 177L	Eficiencia energética A
Gas refrigerante R600a	Marca Indurama
Potencia 75 W	Número de Cajones 1
Financiamiento	

ANEXO 13. Ficha Técnica de Refrigeradora LG 160 W



Refrigeradora LG GT37SGP Top Freezer Door Cooling 374L Plateado

Lg 143578



FICHA TÉCNICA

Despacho 24 horas Sí	Diseño de Refrigeradora Top Freezer
Características HygieneFresh+: filtro higiénico. DoorCooling+: enfriamiento más rápido y uniforme. Compresor Smart Inverter. Bandeja de hielo móvil. ThinQ: conectividad Wi-Fi. Fresh Zone: control de humedad.	Garantía 1 Año
Observaciones Compresor Smart Inverter: 10 años de garantía.	Profundidad Del Producto 68 cm
Recomendaciones De Uso Para un correcto funcionamiento de su equipo, es recomendable ubicarlo a unos 15 cm de la pared y procure revisar que esté bien nivelado para evitar que la puerta no cierre bien, que los motores se deterioren y que el interior del refrigerador se condense. Si se transporta el refrigerador hágalo en posición vertical, no lo acueste ni le dé vuelta, puede golpear el gabinete y derramarse el aceite del compresor al sistema de refrigeración. Espere 24 h para conectarlo nuevamente. Mínimo cada 4 meses debe realizarle una limpieza profunda al refrigerador para mantener sus compartimientos en buen estado. Al mover el refrigerador de lugar, sujételo de la base inferior. Asegúrese de que la puerta cierre perfectamente.	Altura Del Producto 172 cm
Tipo de energía Eléctrica	Tipo de tirador Integrado
Modelo GT37SGP.APZGLPR	Tipo de Producto Refrigeradora
Ancho Del Producto 70 cm	Material Polímero
Color Plata	Capacidad del congelador 90 l
Capacidad total útil 374L	Gas refrigerante R600a
Marca Lg	Número de puertas 2
Financiamiento	

ANEXO 14. Ficha Técnica de Refrigeradora Samsung 140 W



Refrigeradora Samsung RT35K5930S8/PE Top Freezer 361L Plateado

Samsung 136221



FICHA TÉCNICA

Diseño de Refrigeradora Top Freezer	Características Sistema de enfriamiento Twin Cooling Plus: conserva tus alimentos frescos hasta el doble de tiempo, protegiendo su sabor y aroma originales, evitando que los olores se mezclen. Compresor Digital Inverter: Ahorra hasta un 50% de energía y reduce el ruido. 10 años de garantía en el compresor. Filtro desodorizante que los olores desagradables, mantiene el aire fresco y conserva el sabor de los alimentos durante más tiempo. Power Cool/Power Freeze: enfría y congela alimentos o bebidas de manera rápida y menor tiempo con sólo tocar un botón. Twist Ice Maker: fábrica de hielo interna. Dispensador de agua externo.
Garantía 1 Año	Profundidad Del Producto 66.8 cm
Recomendaciones De Uso Para un correcto funcionamiento de su equipo, es recomendable ubicarlo a unos 15 cm de la pared y procure revisar que esté bien nivelado para evitar que la puerta no cierre bien, que los motores se deterioren y que el interior del refrigerador se condense. Si se transporta el refrigerador hágalo en posición vertical, no lo acueste ni le dé vuelta, puede golpear el gabinete y derramarse el aceite del compresor al sistema de refrigeración. Espere 24 h para conectarlo nuevamente. Mínimo cada 4 meses debe realizarle una limpieza profunda al refrigerador para mantener sus compartimientos en buen estado. Al mover el refrigerador de lugar, sujételo de la base inferior. Asegúrese de que la puerta cierre perfectamente.	Altura Del Producto 171.5 cm
Tipo de energía Eléctrica	Alarma de puerta abierta Si
Modelo RT35K5930S8/PE	Tipo de Producto Refrigeradora
Ancho Del Producto 67.5 cm	Material Acero Inoxidable/Plástico
Color Plata	Capacidad del contenedor 361 l
Tipo de tecnología Refrigeración Plus	Número de compartimientos 1
Capacidad del congelador 89 l	Capacidad total útil 375L

ANEXO 15. Ficha Técnica de Frigobar 90 W



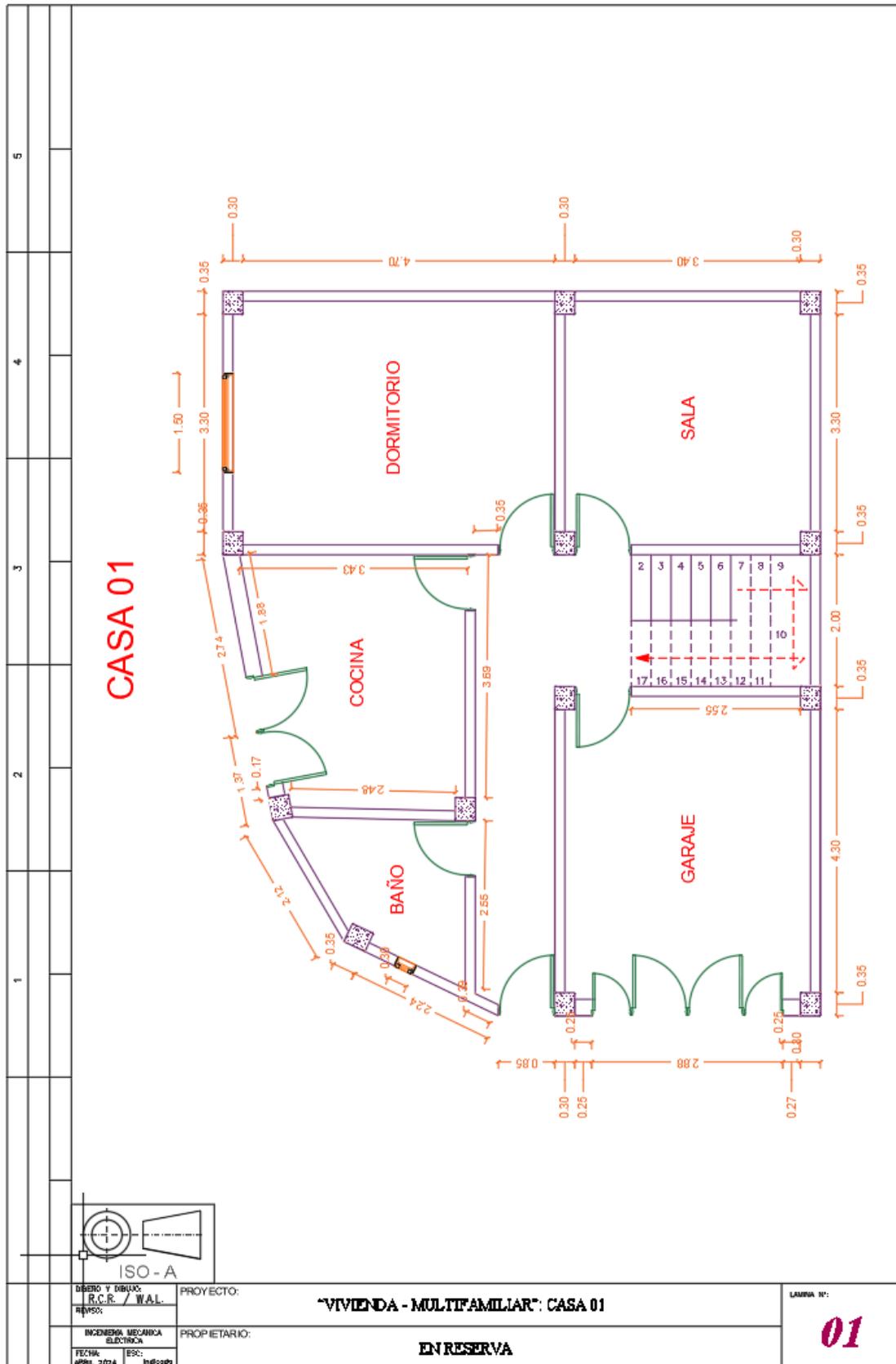
Frigobar Indurama RI-159 Blanco 122 litros
Indurama 127888



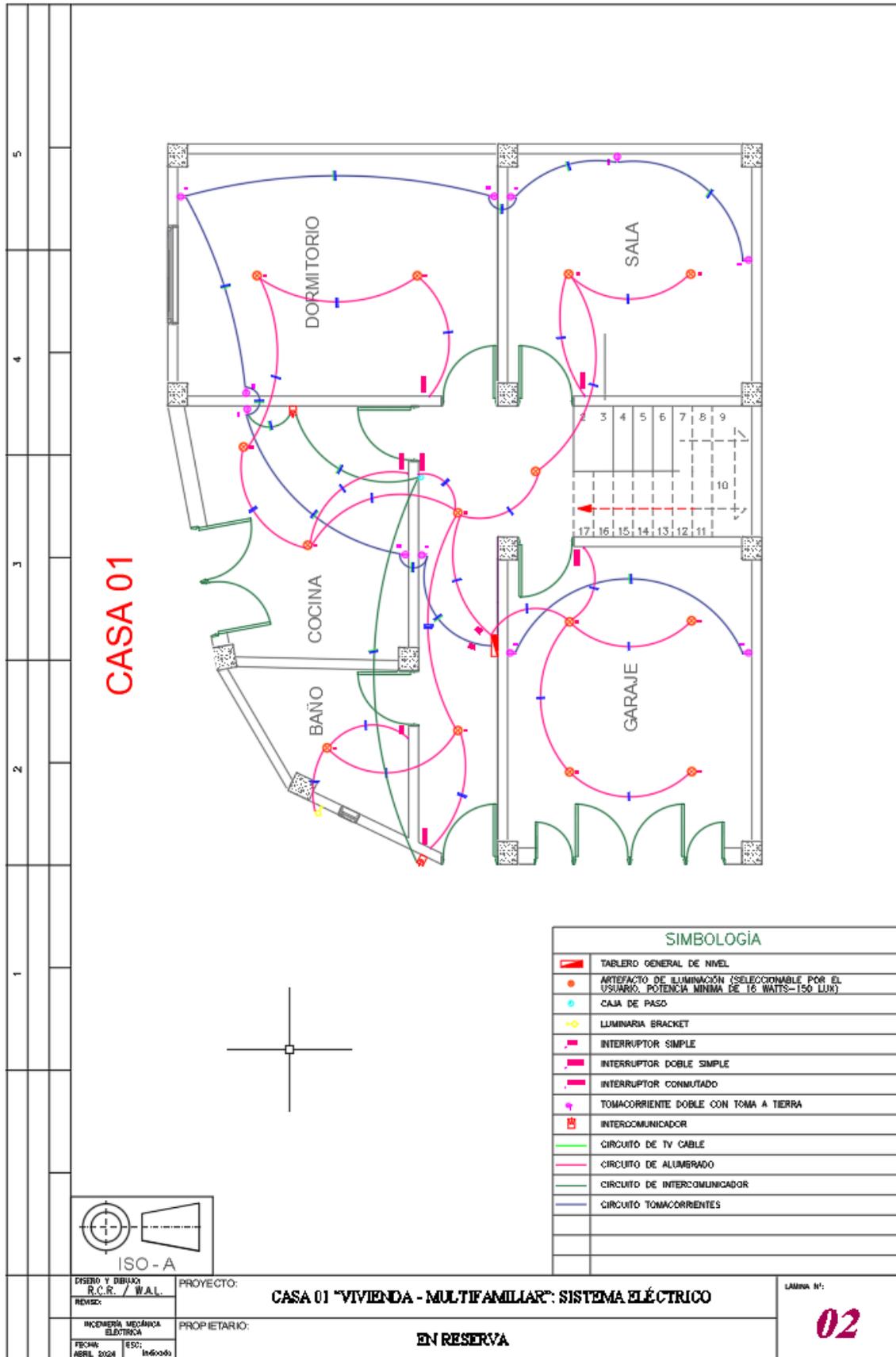
FICHA TÉCNICA

Ancho Del Producto	50 cm	Material de relleno	Poliestireno expandido
Profundidad Del Producto	56 cm	Material de repisas	Vidrio Templado
Despacho 24 horas	Sí	Aislamiento térmico	No
Diseño de Refrigeradora	Frigobar	Potencia	90 W
Deodorizador	No (NO)	Antideslizante	No
Enfriador en puerta	No (NO)	Número de puertas	1
Control de humedad	Si (SI)	Peso Del Producto	57 kg
Alarma de puerta abierta	No	Nivel de ruido	41 dB
Material de acabado	Esmaltado	Dispensador de Agua	No
Modelo	RI-159 BL	Dispensador de Hielo	No
Acabado	Esmaltado	Iluminación LED	Si
Tipo de Producto	Frigobar	Sistema de refrigeración	Escarcha
Material	Acero Galvanizado	Número de Bandejas	1
Color	Blanco	Control de temperatura	Si
Tipo de tecnología	Led	Material de la bandeja	Vidrio Templado
Puertas desmontables	Si	Frecuencia	50-60 Hz
Sistema de drenado	Si	Tipo de foco	Led
Número de compartimientos	3	Tipo de uso	Doméstico/Interior
Capacidad total útil	127L	Uso	Para almacenar y mantener alimentos.
Eficiencia energética	A	Voltaje	220 V
Gas refrigerante	R600		
¿Dónde usarlo?	En la cocina o un bar.		
Observaciones	Garantía de 1 año.		
Observaciones adicionales	Las fotografías y descripción del producto son referenciales.		
Recomendaciones De Uso	Leer detenidamente el manual de instalación antes de operar el artefacto. Limpiar el interior de manera periódica.		
Advertencia de uso	Instalar en un lugar sin luz directa de sol y estabilizado. Cualquier reparación, mantenimiento, e incluso instalación, comuníquese con un técnico capacitado para dicha operación.		

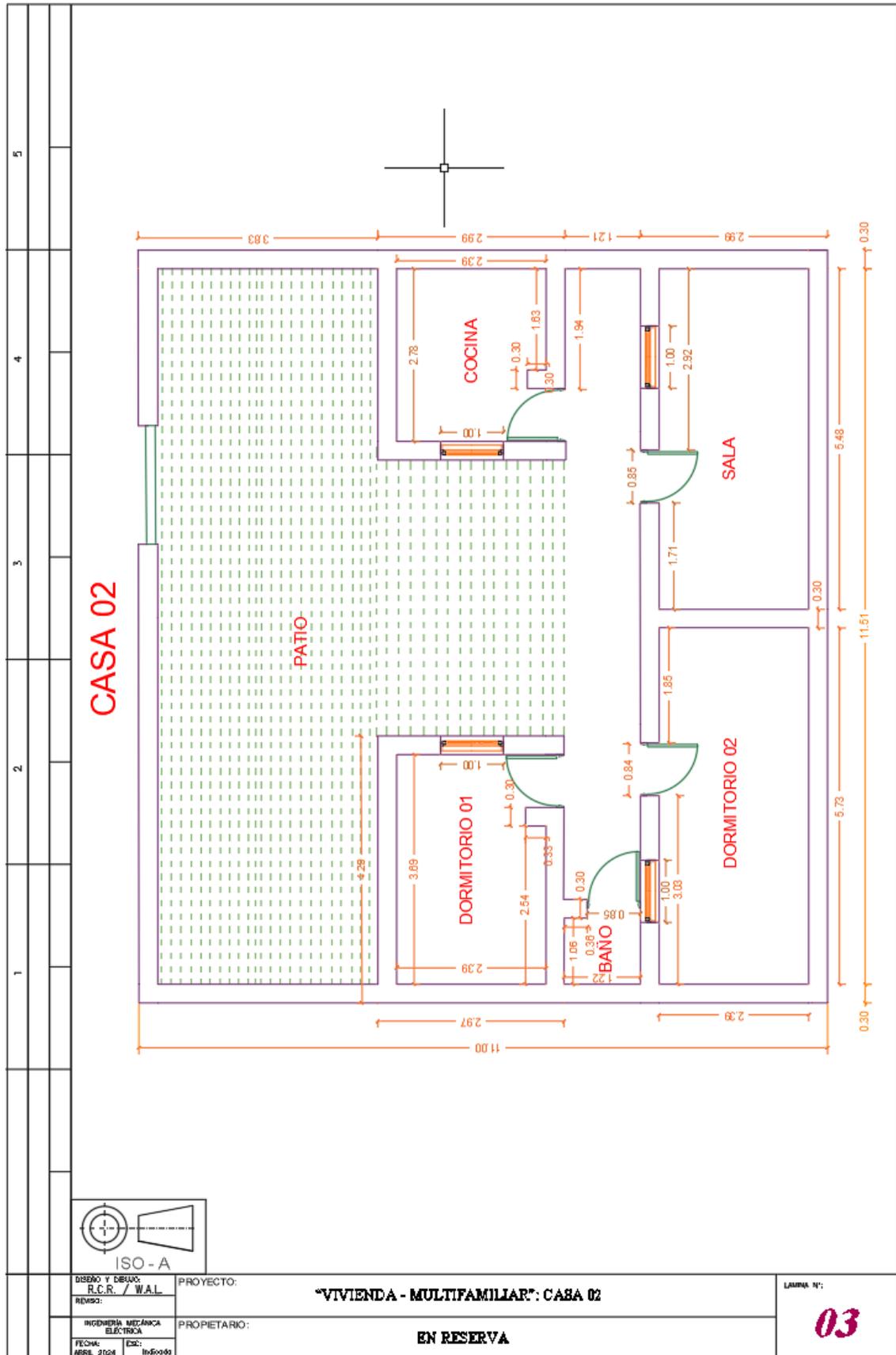
ANEXO 16. Plano de Casa 01



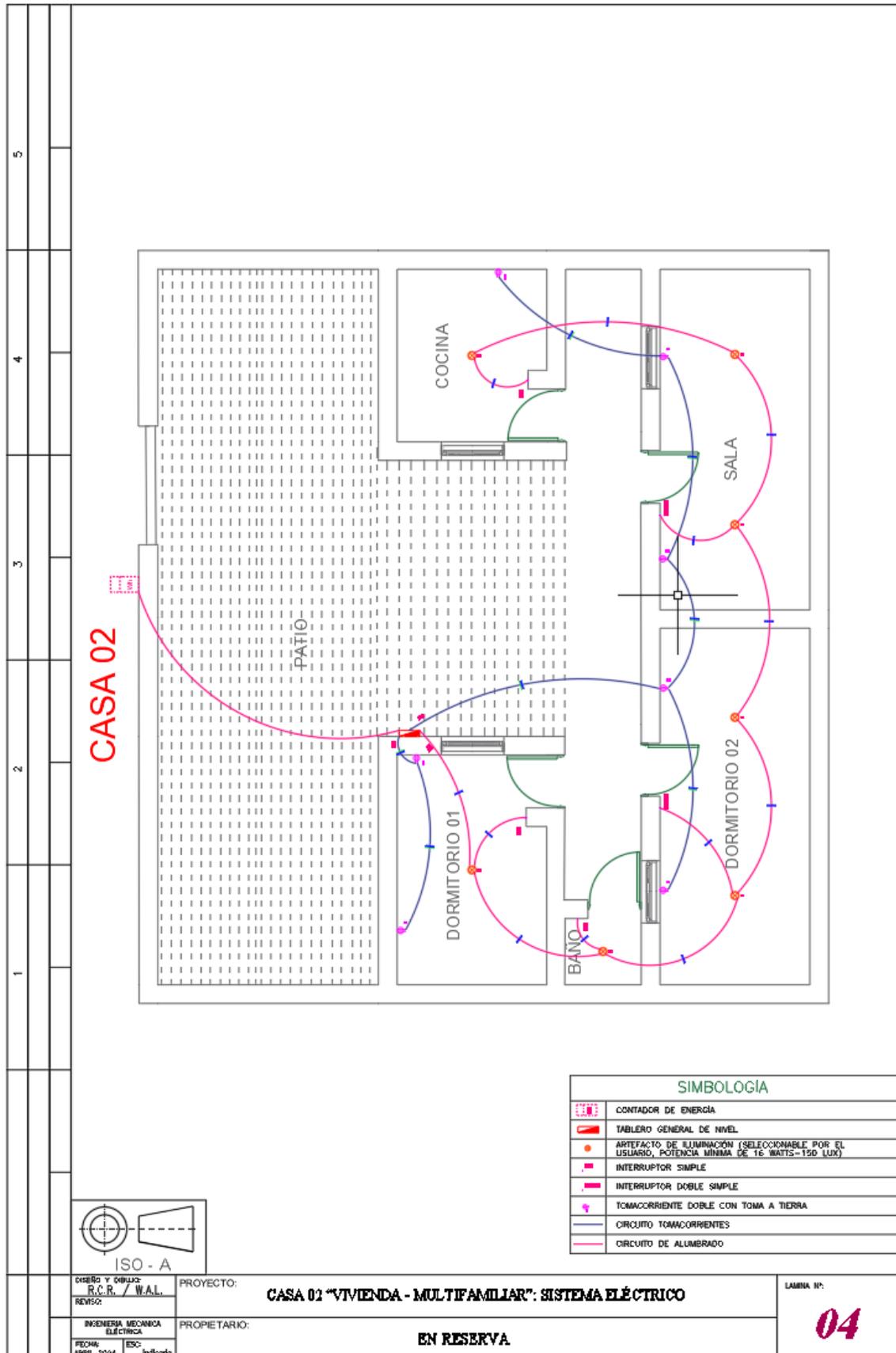
ANEXO 17. Plano de Casa 01 Instalaciones Eléctricas



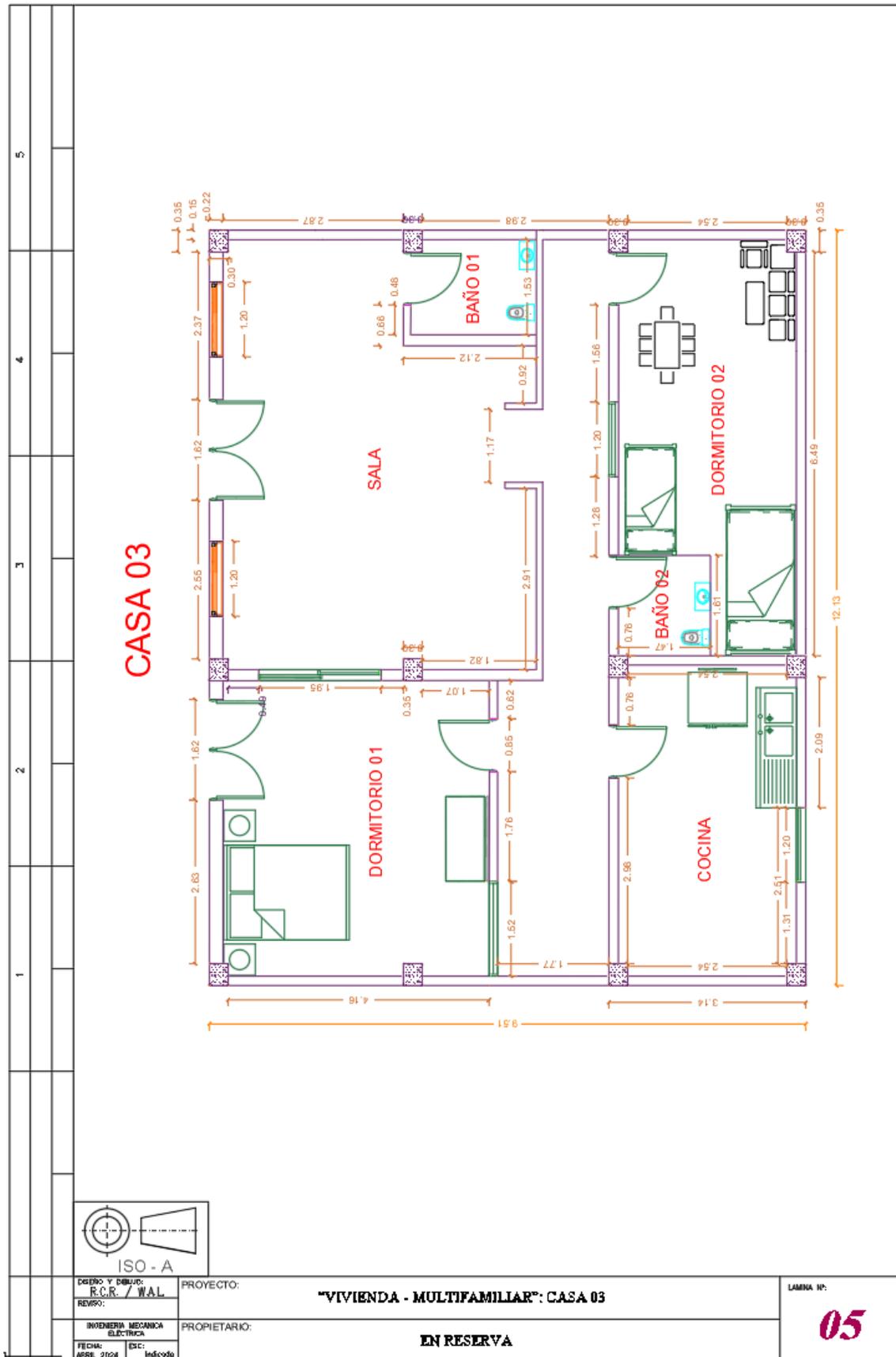
ANEXO 18. Plano de Casa 02



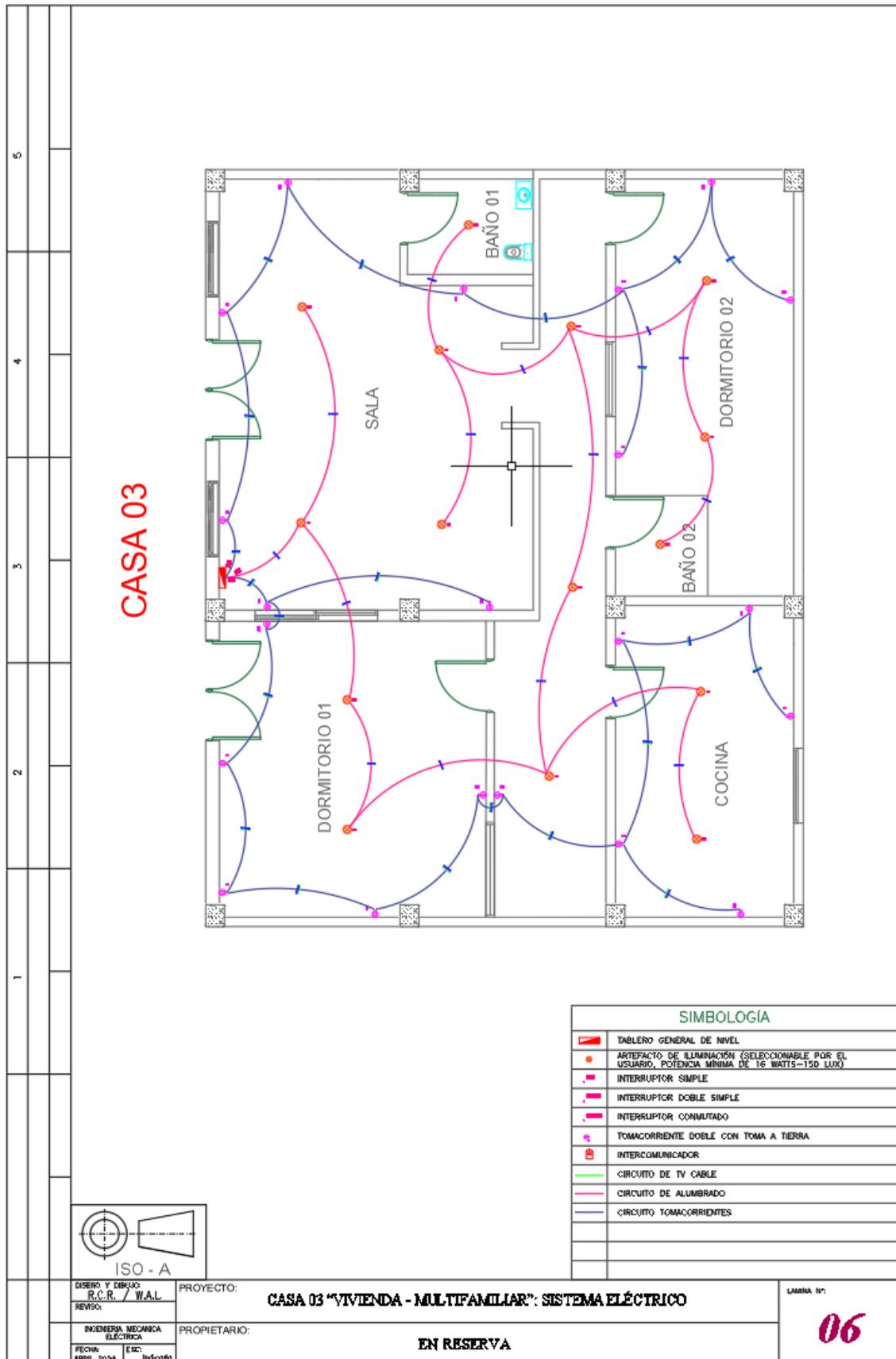
ANEXO 19. Plano de Casa 02 Instalaciones Eléctricas



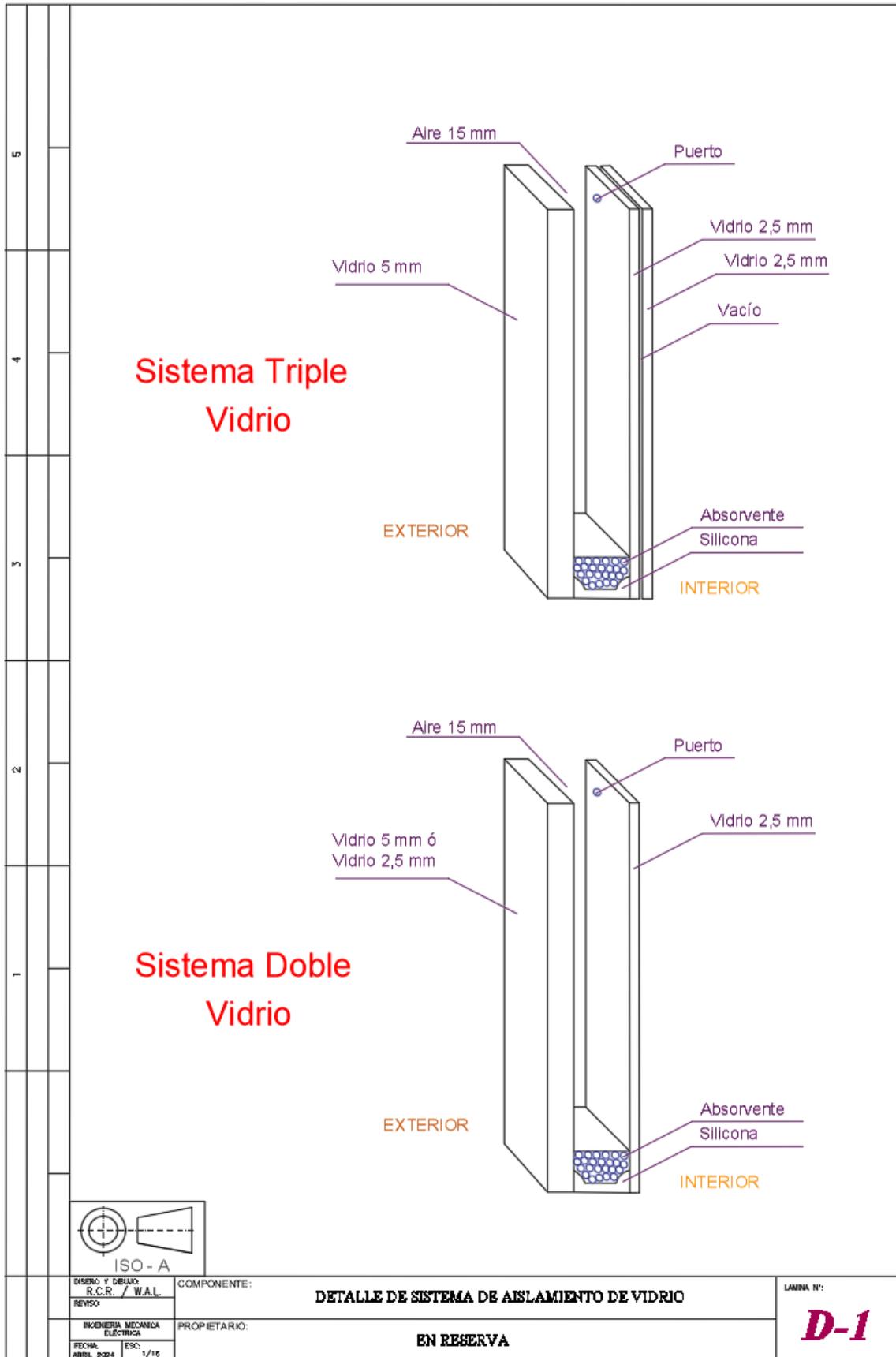
ANEXO 20. Plano de Casa 03



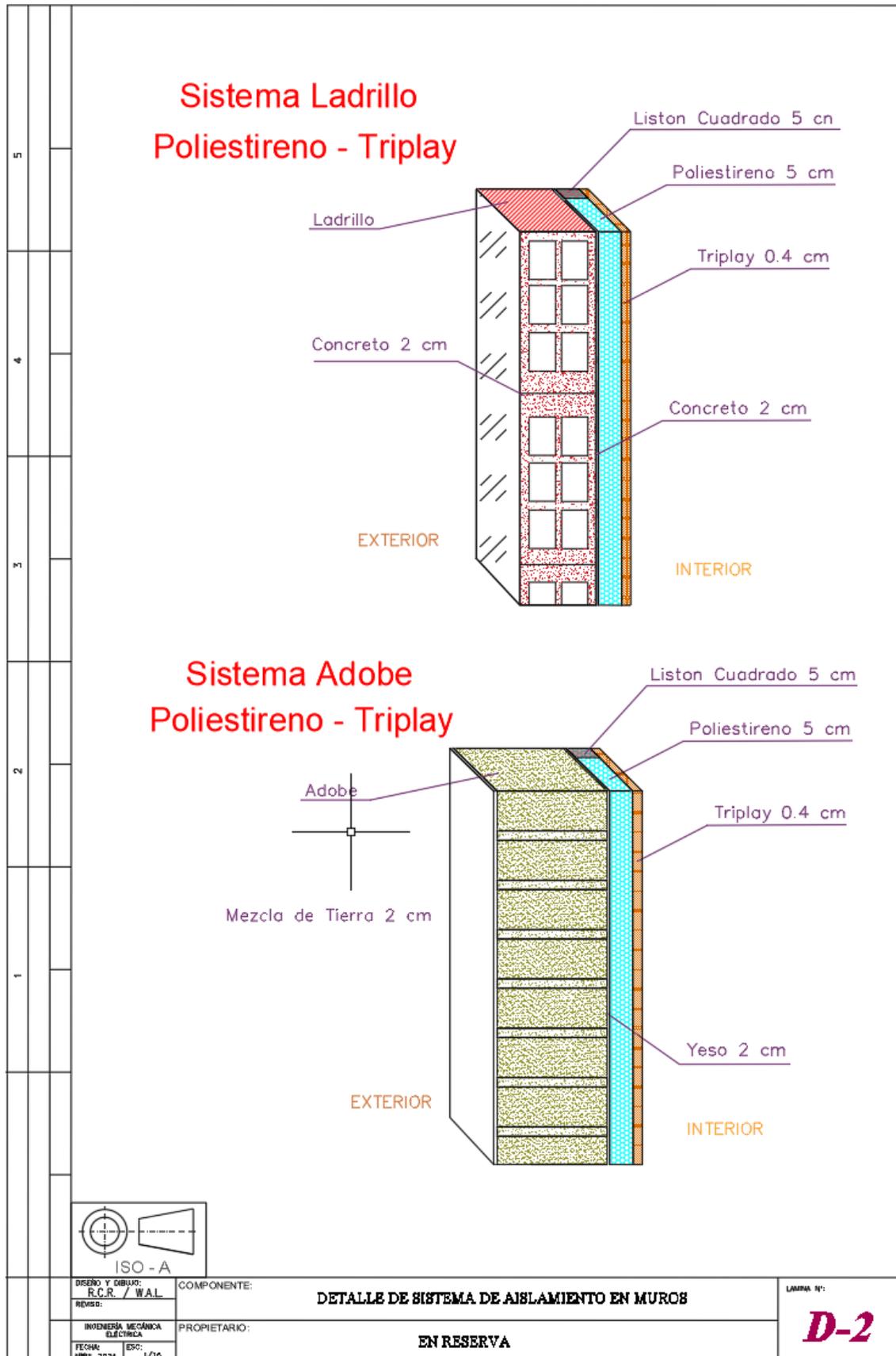
ANEXO 21. Plano de Casa 03 Instalaciones Eléctricas



ANEXO 22. Detalle de sistema de Aislamiento Térmico de Vidrio



ANEXO 23. Detalle de sistema de Aislamiento en Muros





ANEXO 24. Registro Fotográfico Casa 02



ANEXO 25. Medición de Temperatura en Casa 02



ANEXO 26. Materiales en Casa 02



ANEXO 27. Instalación para Pruebas Casa 02



ANEXO 28. Utilización de Materiales según Cálculos Casa 02



ANEXO 29. Medición de Parámetros Casa 02



ANEXO 30. Verificación de Medidas Casa 02





ANEXO 31. Declaración jurada de autenticidad de tesis “Raul Condori Rivera”



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Raul Condori Rivera
identificado con DNI 47796978 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniería Mecánica eléctrica

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“Enfoque en Sistemas de calefacción y Refrigeración
Sostenibles para hogares con bajo consumo energético
en Julios para Puno 2023”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 12 de Septiembre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 32. Declaración jurada de autenticidad de tesis “Walter Apaza Luque”



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Walter Apaza Luque
identificado con DNI 70176804 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, **Programa de Segunda Especialidad**, **Programa de Maestría o Doctorado**
Ingeniería Mecánica Eléctrica

informo que he elaborado el/la **Tesis** o **Trabajo de Investigación** denominada:

“Enfoque en sistemas de calefacción y Refrigeración

Sostenibles para hogares con bajo consumo energético

en Julios para Puno 2023”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 12 de Septiembre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 33. Autorización para el depósito de tesis en el repositorio institucional

“Raul Condori Rivera”



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Raul Condori Rivera,
identificado con DNI 47796978 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Mecánica Eléctrica,

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Enfoque en sistemas de calefacción y Refrigeración Sostenibles Para hogares con bajo consumo energético en Julos Para Puno 2023 ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 12 de Septiembre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 34. Autorización para el depósito de tesis en el repositorio institucional

“Walter Apaza Luque”



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Walter Apaza Luque
identificado con DNI 70176804 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Mecánica Eléctrica

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Enfoque en Sistemas de Calefacción y Refrigeración

Sostenibles para hogares con bajo consumo energético

en Julios Para Puno 2023 ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 12 de Septiembre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella