



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y
RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA
DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE
CONCRETO CELULAR**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. GOTTFRIED WILHELM YERBA QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y
RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA
DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE
CONCRETO CELULAR**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. GOTTFRIED WILHELM YERBA QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

:



Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

SEGUNDO MIEMBRO

:



Ing. WILFREDO DAVID SUPTO PACORI

ASESOR DE TESIS

:



Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 312-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 09 de julio de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 072-2024-D-EPIC-FICP-UANCV-J** del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°258-2024 de fecha 18 de junio de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO CELULAR**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Civil** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **GOTTFRIED WILHELM YERBA QUISPE**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO CELULAR**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes;

- * **Presidente** : **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- * **1er Miembro** : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**
- * **2do Miembro** : **Ing. WILFREDO DAVID SUPO PACORI**
- * **Asesor** : **Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA**

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **GOTTFRIED WILHELM YERBA QUISPE**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO CELULAR**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 11 de julio de 2024
- * **HORA** : 08:00
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

ARTICULO SEGUNDO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. EFRAIN BARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531

C.c. Arch. 2024
Interesado
Escuela Profesional



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 258-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 18 de junio de 2024

VISTOS:

El INFORME N° 101-2024-D-UI-FICP.UANCV, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Civil, INFORME N° 068-2024-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, RESOLUCIÓN DECANAL N° 1138-2023-D-FICP-UANCV que aprueba el Proyecto de Investigación el 18 de octubre de 2023 y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha 18 de octubre de 2024 para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CELULAR.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: GOTTFRIED WILHELM YERBA QUISPE, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CELULAR.

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
- * **1er Miembro** : Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
- * **2do Miembro** : Ing. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CELULAR.

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 431-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CELULAR.

Estando, conforme a la RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis), del Bachiller: GOTTFRIED WILHELM YERBA QUISPE, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CELULAR.

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA.

ARTICULO TERCERO.- La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese,

cc
archivo 2024
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. EFRAIN PABILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1138-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 18 de octubre 2023

VISTOS:

El, **INFORME N° 668-2023-D-UI-FICP.UANCV** del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 203-2023-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 082-2023-UANCV-FICP-UI-CI-EPIC** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **12 de octubre de 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CELULAR.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **GOTTFRIED WILHELM YERBA QUISPE**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CELULAR**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : Mgtr. **MILTHON QUISPE HUANCA**
- * **1er Miembro** : Mgtr. **ARNALDO YANA TORRES**
- * **2do Miembro** : Ing. **WILFREDO DAVID SUPO PACORI**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CELULAR**, y;

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **GOTTFRIED WILHELM YERBA QUISPE**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CELULAR.**

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente ordinario, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA.**

ARTÍCULO TERCERO. DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

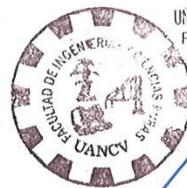
Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C. PURAS

Mgtr. **MILTHON QUISPE HUANCA**
DECANO
CIP. 47790

cc.
archivo 2023
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C. PURAS

Dr. EFRAIN PARTILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIR/95531



INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPÓNINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CELULAR

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	1%
3	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	archive.org Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	www.coursehero.com	



Metadatos complementarios

TÍTULO DE LA TESIS	
INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CELULAR	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	GOTTFRIED WILHELM YERBA QUISPE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	77094605
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0007-0227-8814
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02306659
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-0268-5061
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	WILFREDO DAVID SUPO PACORI
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02428671



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo GOTTFRIED WILHELM YERBA QUISPE, identificado con DNI Nro. 77094605 en mi condición de egresado de:

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

INGENIERIA CIVIL

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

" INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CELULAR "

Asesorado por: Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

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.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 19 de JULIO del 2024

Firma del Asesor (obligatoria)

Firma del Estudiante (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Con profundo amor y gratitud, dedico este título profesional a mi familia, mi inquebrantable pilar de apoyo. A mis queridos padres, Samuel Juan Yerba Quispe y Domitila Rosa Quispe Mamani, y a mis hermanos, Vanessa, Pamela y Stephen Jordan, gracias por su incansable apoyo y constante motivación. No puedo dejar de mencionar a mi abuelo Lucas Yerba Cahuapaza, cuya sabiduría y ejemplo han sido una guía constante en mi vida. Todos ustedes me han enseñado el valor del esfuerzo diario y la superación personal. Este logro es tan suyo como mío, y es un fiel reflejo del amor y la dedicación que siempre me han brindado.



AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios, quien me ha proporcionado la fuerza y el entendimiento necesarios para culminar esta importante etapa de mi vida profesional. Extiendo mi sincero reconocimiento a la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y especialmente a la facultad de Ingeniería y Ciencias Puras por ser un entorno enriquecedor de crecimiento y aprendizaje.

Mis docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil merecen un agradecimiento especial por su dedicación y por impulsar mi desarrollo académico. De manera particular, deseo expresar mi gratitud hacia mi asesor de tesis, el Mgtr. Fritz Willy Mamani Apaza, cuya experta orientación fue crucial para la culminación de mi investigación. Asimismo, estoy inmensamente agradecido con el Ing. Wilfredo David Supo Pacori, cuya motivación, apoyo y crítica constructiva jugaron un papel esencial tanto en la realización de mi tesis como en mi crecimiento personal y profesional.

Gracias a todos ustedes, hoy asumo con orgullo el título de Ingeniero Civil, plenamente consciente de que cada uno de ustedes ha sido parte fundamental de este logro.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIAi

AGRADECIMIENTOii

ÍNDICE GENERALiii

ÍNDICE DE TABLASvi

ÍNDICE DE FIGURASvii

RESUMENix

ABSTRACTx

INTRODUCCIÓNxi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. SITUACIÓN DEL PROBLEMA DE ESTUDIO 1

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE ESTUDIO..... 2

 1.2.1. Problema general..... 2

 1.2.2. Problema específico 2

1.3. OBJETIVO DE ESTUDIO 3

 1.3.1. Objetivo general 3

 1.3.2. Objetivo específico..... 3

1.4. HIPÓTESIS 3

 1.4.1. Hipótesis general..... 3

 1.4.2. Hipótesis específicas 3

1.5. VARIABLES 4

 1.5.1. Operacionalización de variables..... 4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN..... 6

 2.1.1. Antecedente nacional 6

 2.1.2. Antecedente Internacional 7

2.2. BASES TEÓRICAS10

 2.2.1. Confort térmico10

 2.2.2. Aislamiento térmico.....10

 2.2.3. Concreto celular11

 2.2.4. Materiales que componen el concreto celular.....13



2.2.5. Aditivos espumantes.....	16
2.2.6. Propiedades mecánicas del concreto celular.....	22
2.2.7. Propiedades físicas de las unidades de albañilería	35
2.2.8. Equipo de placa caliente	38

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	44
3.1.1. Método de la investigación	44
3.2. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	45
3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	45
3.4. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	45
3.5. TIPO DE INVESTIGACIÓN	45
3.6. POBLACIÓN DE INVESTIGACIÓN.....	46
3.7. MUESTRA DE INVESTIGACIÓN	46
3.8. TÉCNICAS, FUENTES DE INFORMACIÓN, INSTRUMENTOS	46
3.8.1. Técnicas de recolección de datos	46
3.8.2. Instrumentos	46
3.9. CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES	47
3.9.1. Cemento.....	47
3.9.2. Agregado fino	47
3.9.3. Agua	48
3.9.4. Yeso	48
3.9.5. Saponina de quinua	48
3.9.6. Resina de pino.....	50
3.9.7. Equipo generador de espuma.....	52
3.9.8. Equipo de Placa caliente	52
3.9.9. Pinza amperimétrica	53
3.9.10. Termómetro digital.....	54
3.10. APLICACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	54
3.10.1. Dosificación	54
3.10.2. Procedimiento de elaboración de muestras.....	57
3.10.3. Procedimiento de elaboración de murete.....	64
3.10.4. Ensayo de conductividad térmica, resistencia térmica y capacidad térmica específica	68

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. RESULTADOS	75
-----------------------	----



4.1.1. Proporción adecuada de saponina y resina de pino que se agregara al concreto celular, para elaborar las unidades de albañilería	75
4.1.2. Análisis de ensayo de conductividad térmica	78
4.1.3. Análisis de ensayo de resistencia térmica y capacidad térmica específica.	82
4.2. Discusión de resultados	84
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
ANEXOS.....	94



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de las variables	5
Tabla 2 Componentes de Cemento Portland Tipo I	13
Tabla 3 Composición química de la saponina.....	20
Tabla 4 Indicadores de calidad de la resina de Pinus patula	21
Tabla 5 Análisis granulométrico arena fina de cantera Unocolla	47
Tabla 6 Tabla de proporciones cemento-resina de pino	55
Tabla 7 Proporciones de trabajo	56
Tabla 8 Proporción de mezcla para unidad de bloque.....	57
Tabla 9 Registro de datos del murete 01	72
Tabla 10 Registro de datos del murete 02	72
Tabla 11 Registro de datos del murete 03	73
Tabla 12 Registro de datos del murete 04	73
Tabla 13 Registro de temperaturas realizada el 22 de noviembre 2023	76
Tabla 14 Registro de temperaturas realizada el 28 de noviembre 2023	76
Tabla 15 Registro de temperaturas realizada el 29 de noviembre 2023	77
Tabla 16 Volumen, masa y densidad de los muretes de prueba	78
Tabla 17 Conductividad térmica del murete 01 con la proporción tradicional ..	79
Tabla 18 Conductividad térmica murete 02 con la proporción 01	79
Tabla 19 Conductividad térmica murete 03 con la proporción 02	80
Tabla 20 Conductividad térmica murete 04 con proporción 03	81
Tabla 21 Tabla de conductividad térmica de los muretes	81
Tabla 22 Tabla de resistencia térmica de los muretes	82
Tabla 23 Tabla de capacidad térmica específica de los muretes.....	83
Tabla 24 Tabla de resultados.....	85
Tabla 25 Conductividad térmica de (Bicer, 2021)	85



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Concreto celular.	12
Figura 2 Espuma producida por la sustancia tensioactiva de la saponina.	20
Figura 3 Extracción de resina de pino.	21
Figura 4 Método de la placa caliente, componentes.	29
Figura 5 Ensayo de la placa caliente ASTM C177.	30
Figura 6 Prueba de alabeo.	36
Figura 7 Descripción de valores de la variación dimensional.	37
Figura 8 Placa caliente de una sublimadora neumática.	38
Figura 9 Resistencias térmicas tubulares.	40
Figura 10 Conexión trifásica estrella y delta.	41
Figura 11 Granulometría.	48
Figura 12 Saponina de quinua extraída de molino.	49
Figura 13 Parque el pulmoncito de Juliaca.	50
Figura 14 Extracción de resina de pino.	51
Figura 15 Resina de pino.	51
Figura 16 Placa caliente (Plancha Transfer).	53
Figura 17 Pinza amperimétrica.	53
Figura 18 Termómetro digital.	54
Figura 19 Ancho de bloqueta.	57
Figura 20 Altura de bloqueta.	58
Figura 21 Largo de bloqueta.	58
Figura 22 Materiales que componen el concreto celular.	59
Figura 23 Peso resina de pino.	59
Figura 24 Peso de saponina.	60
Figura 25 Mezcla de saponina y resina al recipiente.	60
Figura 26 Agitación con taladro, para la generación de espuma.	61
Figura 27 Mezcla de la espuma con la mezcla sólida.	61



Figura 28 Homogenización de la mezcla.....	62
Figura 29 Vertido de la mezcla a los moldes.....	62
Figura 30 Desencofrado de las muestras.....	63
Figura 31 Curado de las muestras.	63
Figura 32 Lectura de temperatura a una muestra.	64
Figura 33 Moldes de madera para el vaciado de concreto.....	64
Figura 34 Vaciado de concreto en moldes.	65
Figura 35 Bloques de concreto a escala ½.....	65
Figura 36 Curado de bloques.	66
Figura 37 Asentado de bloques en un murete.....	66
Figura 38 Curado de muretes.....	67
Figura 39 Murete.	67
Figura 40 Registro de temperatura.....	68
Figura 41 Medición de tensión de la máquina.	69
Figura 42 Medición de la corriente de la placa caliente.....	69
Figura 43 Colocación de los sensores del termómetro digital.	70
Figura 44 Medición de temperatura del murete a temperatura ambiente.	70
Figura 45 Colocación del murete en la mesa de trabajo de la máquina.	71
Figura 46 Panel de control de la máquina, configuración de temperatura de trabajo 90°C.	71
Figura 47 Equipo usado para realizar la prueba de la placa caliente.	74
Figura 48 Se aprecia la prueba de la placa caliente, en el sitio de la prueba acompañado del asesor.	74
Figura 49 Temperatura vs Tiempo 22 de noviembre 2023.....	76
Figura 50 Temperatura vs Tiempo 28 de noviembre 2023.....	77
Figura 51 Temperatura vs Tiempo 29 de noviembre 2023.....	77
Figura 52 Conductividad térmica vs porcentaje de resina de pino.	82
Figura 53 Resistencia térmica vs porcentaje de resina de pino.....	83
Figura 54 Capacidad térmica específica vs porcentaje de resina de pino.	84



RESUMEN

Este estudio investigó la influencia de la incorporación de saponina y resina de pino como aditivos en la conductividad térmica de unidades de albañilería de concreto celular. Se llevaron a cabo pruebas experimentales utilizando cuatro tipos de muretes con dosificaciones ascendentes de resina de pino. El objetivo de la presente investigación, fue analizar la influencia de incorporación de saponina y resina de pino, interviniendo por las variables y las hipótesis de la investigación. Las cuales abordaron las teorías que respaldan la investigación, con referencia a antecedentes internacionales y nacionales, así como los ensayos necesarios para determinar la conductividad térmica según la norma ASTM C177. La metodología de la investigación, es de enfoque cuantitativo de nivel explicativo, de tipo aplicación aplicada, la técnica empleada fue recolección de datos, los cuales fueron siendo registrados cada cierto periodo de tiempo, incluyendo las características de los materiales utilizados, los procedimientos de extracción y elaboración de los bloques, así como las pruebas de dosificación, registro de temperatura y ensayo de conductividad térmica mediante placa caliente. Los resultados se analizaron según los objetivos establecidos, demostrando que la adición de saponina y resina de pino redujo la conductividad térmica del concreto de 1.56 K (W/°C*m) a 1.03 K (W/°C*m). En conclusión, la incorporación de saponina y resina de pino en bloques de concreto celular mejora la capacidad de aislamiento térmico, lo que los convierte en materiales adecuados para dicho fin.

Palabras claves: Conductividad térmica, Saponina, Resina de pino, Aislamiento térmico y Concreto celular.



ABSTRACT

This study investigated the influence of the incorporation of saponin and pine resin as admixtures on the thermal conductivity of cellular concrete masonry units. Experimental tests were carried out using four types of walls with ascending dosages of pine resin. The objective of the present research was to analyze the influence of saponin and pine resin incorporation, intervening by the variables and hypotheses of the research. These addressed the theories that support the research, with reference to international and national antecedents, as well as the necessary tests to determine the thermal conductivity according to the ASTM C177 standard. The methodology of the research is quantitative approach of explanatory level, applied application type, the technique used was data collection, which were being recorded every certain period of time, including the characteristics of the materials used, the procedures of extraction and preparation of the blocks, as well as the dosage tests, temperature recording and thermal conductivity test by means of a hot plate. The results were analyzed according to the established objectives, demonstrating that the addition of saponin and pine resin reduced the thermal conductivity of the concrete from 1.56 K (W/°C*m) to 1.03 K (W/°C*m). In conclusion, the incorporation of saponin and pine resin in cellular concrete blocks improves their thermal insulation capacity, making them suitable materials for this purpose.

Keywords: Thermal conductivity, Saponin, Pine resin, Thermal insulation and Cellular concrete.



INTRODUCCIÓN

En la región Puno, se registra una variación térmica significativa como radiación solar extrema como un descenso de temperatura abrupta, lo que abre un horizonte a las investigaciones para optimizar y/o introducir materiales con un buen aislamiento térmico para la construcción de las viviendas.

Enfocados en esta necesidad es que se planteó la investigación para mejorar el aislamiento térmico del concreto utilizando materiales que son comunes en la región como lo es la saponina de quinua y la resina de pino, estas debido a sus estructuras internas producen un efecto de aireación dentro del concreto, por lo cual el concreto baja su densidad y aumenta su aislamiento térmico. Teniendo esta afirmación como base y también de acuerdo a los antecedentes internacionales como nacionales, es que se planteó realizar una serie de pruebas y ensayos que nos permitirían validar las hipótesis que nos planteamos.

Para las pruebas se realizaron muretes que simulaban a un muro de una vivienda, analizando su conductividad térmica, resistencia térmica, capacidad térmica, cuyos parámetros establecen que tan bueno es un material como aislante térmico, para casos prácticos se desarrolló con una prueba de ensayo de placa caliente similar a la que establecida la norma ASTM C177.

Obtenidos los resultados es que se dedujo que la adición de saponina y resina como agente espumante mejoraba las propiedades de aislamiento térmico de concreto.

Capítulo I Planteamiento del problema, Capítulo II Marco teórico, Capítulo III Metodología de investigación y Capítulo IV Análisis y discusión de resultados.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Situación del problema de estudio

En la región Puno en los meses de abril a agosto se registran un descenso de las temperaturas, provocando que por dichos factores climáticos las viviendas no presenten un factor bioclimático de aislamiento térmico, debiéndose a el tipo de materiales en la construcción, distribución de ambientes y ubicación de la vivienda. Ante tales situaciones que provocan que las viviendas no tengan un buen confort térmico en esa época del año, es que se han desarrollado varias investigaciones que buscan garantizar un buen confort térmico en zonas donde las bajas temperaturas se presentan con mayor intensidad, optando en crear sistemas como el muro trombe, aislamientos con poliestireno u otro tipo de materiales que se adhieren en las paredes internas de la vivienda, y también los bloques o ladrillos térmicos, Si bien es cierto que en las zonas urbanas se opta por sistemas tecnológicos para aclimatar las viviendas, en las zonas rurales debido a los bajos recursos y la falta de servicios de electricidad no optan estos sistemas, teniendo que recurrir a los adobes como unidad de albañilería para sus viviendas, cuyo material les garantiza un confort térmico.



A nivel nacional la situación en cuanto a viviendas en el área rural que ofrezcan un buen confort térmico viene siendo muy poca, en los últimos años el gobierno del Perú a través de sus ministerios y programas ha venido implementando varios proyectos que garanticen una vivienda bioclimática en las zonas rurales que se encuentran afectadas por las bajas temperaturas, como el programa de MI ABRIGO de FONCODES del ministerio de inclusión social con la implementación de muros trombes a viviendas rurales, el ministerio de vivienda a través de su programa de "PROGRAMA NACIONAL DE VIVIENDA RURAL" que actualmente viene desarrollando la ejecución a nivel nacional de casas bioclimáticas (Foncodes, 2019).

1.2. Planteamiento del problema de estudio

1.2.1. Problema general

¿De qué manera influirá la incorporación de saponina y resina de pino usadas como aditivo, en la conductividad térmica de unidades de albañilería, elaborada de concreto celular?

1.2.2. Problema específico

1. ¿Cuál es la proporción adecuada de saponina y resina de pino que se agregara al concreto celular, empleado en la producción de unidades de albañilería, para mejorar su capacidad de aislamiento térmico?
2. ¿Cuál es la conductividad térmica de un sistema de albañilería conformado por unidades de albañilería de concreto celular usando como aditivo la saponina y resina de pino?
3. ¿Cuál es la resistencia térmica y capacidad térmica de un sistema de albañilería conformado por unidades de albañilería de concreto celular usando como aditivo la saponina y resina de pino?



1.3. Objetivo de estudio

1.3.1. Objetivo general

Explicar la influencia de la incorporación de saponina y resina de pino usadas como aditivo, en la conductividad térmica, de unidades de albañilería, elaborada de concreto celular.

1.3.2. Objetivo específico

1. Determinar la proporción adecuada de saponina y resina de pino que se agregara al concreto celular, empleado en la producción de unidades de albañilería, para mejorar su capacidad de aislamiento térmico.
2. Determinar la conductividad térmica de un sistema de albañilería conformado por unidades de albañilería de concreto celular usando como aditivo incorporador de aire la saponina.
3. Determinar la resistencia térmica y capacidad térmica de un sistema de albañilería conformado por unidades de albañilería de concreto celular usando como aditivo incorporador de aire la saponina.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Al determinar la influencia de la incorporación de la saponina y resina de pino como aditivo en la conductividad térmica de las unidades de albañilería, elaborada de concreto celular. Se obtendrá valores óptimos en cuanto a la conductividad térmica de dichas unidades de albañilería.

1.4.2. Hipótesis específicas

1. La proporción adecuada de saponina y resina de pino que se agregará al concreto celular para elaborar las unidades de albañilería, nos permitirá definir la proporción adecuada de saponina y resina a agregar



al concreto celular.

2. La incorporación de la saponina y resina de pino como aditivo aireador, tendrá una mejora en la conductividad térmica de un muro conformado de unidades de albañilería de concreto celular con respecto a unidades de albañilería compuestos por bloques de concreto tradicional.
3. La incorporación de la saponina y resina de pino como aditivo aireador, tendrá una mejora en la resistencia térmica y capacidad térmica de un muro conformado de unidades de albañilería de concreto celular con respecto a unidades de albañilería compuestos por bloques de concreto tradicional.

1.5. Variables

Las variables son del tipo cuantitativo y dentro de estas tiene la clasificación de Continuas. En tal razón se ha identificado las siguientes variables:

1. Variable independiente:

Saponina y resina de pino

2. Variable dependiente:

Conductividad térmica de la unidad de albañilería de concreto celular

1.5.1. Operacionalización de variables

Según, Rodríguez, Breña, & Vargas, (2021) Las variables cualitativas se refieren a aquellas que expresan atributos o propiedades que no se pueden medir con números (p. 92).

**Tabla 1***Operacionalización de las variables*

VARIABLES	INDICADORES	VALOR	TIPO DE VARIABLE
Saponina y Resina de Pino (5:1) (VI)	% en peso	<ul style="list-style-type: none">• 0%• 1%• 1.25%• 1.65%	Numeración continua
Conductividad Térmica (VD)	K	$W/m \cdot ^\circ K$	Numeración continua
Resistencia Térmica (VD)	R	$W/^\circ K$	Numeración continua
Capacidad Térmica (VD)	C	$J/kg \cdot ^\circ C, o J/kg \cdot ^\circ K$	Numeración continua

Nota. Se aprecia la operacionalización de variables de la presente investigación.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

2.1.1. Antecedente nacional

En la investigación denominada "Incidencia del jabón líquido en sus propiedades mecánicas y termoacústicas del bloque de concreto celular, como unidad de albañilería no estructural para la ciudad de Ayacucho". (Jorge Molina, 2017) el cual tiene como **objetivo**, determinar el comportamiento de sus propiedades mecánicas y termoacústicas del concreto celular, elaborando un diseño de un bloque de concreto celular con jabón líquido, el cual pueda ser usado como una unidad de albañilería no estructural, cuya **metodología** fue diseño cuasi-experimental para tal sentido los materiales utilizados en la elaboración del concreto celular fueron: arena fina, cemento Tipo I, espuma a base de jabón líquido Ayudín, y agua, donde la población tomada fue de 120 especímenes en forma de cubo de 10x10x10 cm y 16 bloques de 10x25x50cm, en la cual se tomaron 6 dosificaciones de las cuales se tomó 2, las cuales estaban en un rango de mayor a 20 kg/cm² y menor a 50 kg/cm², de las 16 unidades, 8 fueron para realizar el ensayo a compresión simple y de los 8 restantes se eligieron 02 para ensayo térmico y 02 para ensayo acústico, de los



cuales mostraron **resultados** favorables tanto en el aspecto térmico con un promedio de la conductividad térmica de 0.375 W/K.m, una resistencia térmica de 3.325 W/K.m y una difusidad térmica de 0.175 mm²/s, respecto al tema acústico se obtuvo un aislamiento promedio de 14.2 db, en **conclusión** al sustituir al aditivo aireador por uno de jabón líquido lograron analizar el comportamiento en las propiedades mecánicas y termoacústicas de dicha sustitución en los cuales mostraron que el aditivo de jabón líquido puede cumplir la misma función que un aditivo químico común.

2.1.2. Antecedente Internacional

“Propiedades del concreto con un nuevo tipo de agente inclusor de aire saponínico”. (Yang et al., 2000) **propone** un nuevo tipo de aditivo aireador de aire basado en las sustancias tensioactivas que tienen las saponinas que se encuentran presentes en algunos frutos de las plantas al cual se lo denominan como SJ-2 compuesta por la saponina triterpenoide. En su **metodología** de un diseño experimental, se utilizó como materiales cemento, arena de cuarzo, agregado triturado 5-25mm, y el agente SJ-2, la proporción cemento/agua/agregado/arena fue de 1:0.55:3.37:2.24 trabajando con una cantidad de 1% de aditivo con respecto al concreto. Desarrollando dos tipos de especímenes de 10x10x10 cm y 10x10x40 cm para los ensayos correspondientes, en los **resultados** el asentamiento de la muestra obtuvo un valor de 90 mm con un contenido de 7 % de aire, en la exudación se obtuvo un 4% con un contenido de 7% de aire, el efecto de contenido de aire sobre la resistencia a la flexión fue de 6 Mpa a 7 % de aire. **En conclusión**, se plantea que el SJ-2 es un nuevo agente inclusor de aire de alta calidad, cuyo principal componente químico es la saponina triterpenoide. El concreto con SJ-2 posee



muchas buenas propiedades, tales como alta estabilidad de las burbujas de aire, buen sistema de burbujas de aire y trabajabilidad, baja pérdida de sangrado y resistencia a la compresión, alta resistencia a las heladas/incrustaciones de sal, etc. Muchas propiedades del concreto con SJ-2 2, como trabajabilidad, sistema de burbujas de aire, CLPA, resistencia a las heladas/incrustaciones de sal, etc.

“El efecto de las cenizas volantes y la resina de pino en las propiedades termo-mecánica de los concretos con áridos de arcilla expandida”. (Bicer, 2021) se plantea como **objetivo** analizar el efecto de las cenizas volantes y la resina de pino en las propiedades termo-mecánica de los concretos con áridos de arcilla expandida cuya **metodología** de diseño experimental se utilizó arcilla expandida (EC) y cemento, cenizas volantes (FA) y resina de pino como aglutinantes en lugar de agregados convencionales para producir material de construcción de baja densidad. Las proporciones de la CE eran del 10 %, 20 %, 30 %, 40 % y 50 %. Las proporciones de FA fueron del 10 %, 20 % y 30 %. La resina de pino fue el 1% del volumen total. Las muestras se secaron durante 28 días a temperatura ambiente y luego se realizaron las mediciones. Produjimos 48 muestras divididas en cuatro grupos: sin aditivo (Grupo 1), FA agregado (Grupo 2), resina agregada (Grupo 3) y FA + resina agregada (Grupo 4). En los **resultados** de las pruebas térmicas y mecánicas, cuando la tasa de EC aumentó de 0 % a 50 %, el coeficiente de conductividad térmica y la resistencia a la compresión disminuyeron en un 55,4 % y un 35,1 % solo con el efecto del agregado EC; 13,0–13,69 % con el efecto de AG únicamente, 8,4–15,6 % y iii) 17,6–21,86 % y 58,6–17,13 % por el efecto de AG y resina. El coeficiente de conductividad térmica más bajo fue de 0,168 W/mK. La resistencia a la compresión más alta fue de 24,68 MPa. Todas las muestras tuvieron una tasa de absorción de agua



inferior al 30 %. En el cual se **concluyó** que dichos materiales aportan con valores positivos en las propiedades termo-mecánicas del concreto.

“Influencia de la resina de pino en las propiedades termo-mecánicas de los composites piedra pómez-cemento”. (Bicer & Celik, 2020) se plantea como propósito de este manuscrito es demostrar el efecto de la resina de pino sobre las características térmicas y mecánicas de los compuestos de cemento pómez. En su metodología de diseño experimental en el cual utilizan agregados pómez para producir nuevos materiales de construcción con baja densidad. Las piedras pómez se muelen y luego se clasifican según su diámetro máximo de grano, es decir, $d_{max} \leq 5 \text{ mm}$, $d_{max} \leq 10 \text{ mm}$ y $d_{max} \leq 20 \text{ mm}$. El cemento se agrega a cada grupo como material aglutinante. Se estima que las proporciones de piedra pómez en las muestras son del 20, 40, 60 y 80% del volumen total. Además, se agrega resina de pino (aproximadamente 1% de la mezcla de cemento + piedra pómez) a la lechada de concreto para generar poros artificiales en cada grupo de muestras. En los **resultados** se observó que, a medida que aumenta la relación de la piedra pómez y el diámetro de las partículas, aumenta la porosidad y la absorción de agua, pero disminuyen la densidad, la conductividad térmica y la resistencia a la compresión. Algunos poros artificiales se generan en los bloques de hormigón, lo que mejora las propiedades aislantes del material. En **conclusión**, la conectividad térmica disminuye respectivamente entre 8-15%, 7-12% y 5-13% para las muestras mezcladas con resina con $d_{max} \leq 5 \text{ mm}$, $d_{max} \leq 10 \text{ mm}$ y $d_{max} \leq 20 \text{ mm}$. De manera similar, los valores de resistencia a la compresión caen entre un 10% y un 13%, un 6% y un 10% y un 8% y 12% respectivamente para cada grupo de diámetro.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Confort térmico

Según (Pesántes Moyano, 2012) El confort en la arquitectura y urbanismo se aborda desde la arquitectura bioclimática, que aprovecha el clima y el entorno para crear confort en los espacios interiores. Esto implica jugar con el diseño y elementos básicos de la arquitectura, como la ubicación, para optimizar condiciones como la exposición solar y la protección contra el viento. En términos de confort térmico, se buscan parámetros como la temperatura, radiación, humedad y movimiento del aire, evaluados a través de factores como las Cartas Bioclimáticas. El objetivo es determinar si un espacio es adecuado térmicamente para el uso humano.

Entonces el confort térmico se refiere a la sensación de bienestar que experimenta una persona en relación con la temperatura de su entorno. Se logra cuando la temperatura del cuerpo se encuentra en equilibrio con el ambiente, evitando sensaciones de frío o calor excesivos. El confort térmico no solo depende de la temperatura del aire, sino también de otros factores como la humedad, la velocidad del aire, la radiación térmica y la vestimenta. Es un concepto clave en la arquitectura y el diseño de espacios para garantizar el bienestar y la salud de los ocupantes.

2.2.2. Aislamiento térmico

Los materiales aislantes térmicos se distinguen por su baja conductividad térmica y, debido a sus propiedades, algunos también se utilizan para el aislamiento térmico. Por esta razón, el diseño de materiales con alto rendimiento térmico que además sean económicos, biodegradables y reciclables es cada vez más prioritario (Navacerrada et al., 2021).



El aislamiento térmico comprende una serie de materiales y técnicas diseñados para limitar el intercambio de calor entre el interior y el exterior de una edificación o estructura. La principal finalidad es mantener un ambiente interior cómodo y constante, reduciendo tanto la pérdida de calor durante el invierno como la absorción de calor en el verano. Esto se consigue instalando materiales de baja conductividad térmica, tales como lana mineral, espuma de poliuretano, y poliestireno, ya sea expandido (EPS) o extruido (XPS), en lugares estratégicos como paredes, techos, suelos y ventanas. Implementar adecuadamente el aislamiento térmico es esencial para aumentar la eficiencia energética de los inmuebles y disminuir el gasto energético en sistemas de calefacción y refrigeración

2.2.3. Concreto celular

El concreto celular, también conocido como concreto aireado o expansivo, es un material liviano con una apariencia porosa y típicamente de color gris blanquecino. Se produce introduciendo burbujas de gas en la mezcla húmeda de cemento para crear una estructura celular. Esta mezcla ligera está compuesta principalmente por silicatos de calcio en gránulos finos con pequeñas celdas de aire no conectadas entre sí. Puede fabricarse con o sin agregados y mediante la inclusión de agentes químicos o espumantes para generar los poros (Lazo Arraya, 2017).

Este proceso de la elaboración del concreto celular le confiere propiedades aislantes térmicas y acústicas, además de reducir su densidad y peso en comparación con el concreto tradicional. Es utilizado frecuentemente en proyectos que requieren materiales con menor carga estructural y mejor aislamiento.

Figura 1

Concreto celular.



Nota. Tomada de *Todo lo que deben saber sobre el hormigón celular*, Por Anand, 2021, Engineering Directory (<https://engg.directory/es/todo-lo-que-debe-saber-sobre-el-hormig%C3%B3n-celular>).

El concreto celular según (Alam & Hu, 2023) es un material de construcción compuesto por una mezcla de cemento, arena, agua y un agente espumante que genera burbujas de aire en la masa. Estas burbujas de aire disminuyen significativamente la densidad del concreto, lo que lo convierte en un material ligero con propiedades de aislamiento térmico y acústico. El concreto celular se utiliza en una variedad de aplicaciones constructivas, como muros, techos, pisos y paneles, y ofrece ventajas en términos de resistencia, aislamiento y sostenibilidad en comparación con otros materiales de construcción convencionales. Su versatilidad y beneficios hacen que el concreto celular sea un tema relevante para la investigación y desarrollo en la industria de la construcción.

2.2.4. Materiales que componen el concreto celular

Entre los principales componentes del concreto celular se encuentran el cemento, agregado fino, cal o yeso que cumplen la función de acelerar el fraguado para evitar un asentamiento que reduzca la generación de espacios vacíos, y por último el aditivo espumante.

Cemento

El cemento es un material aglomerante hidráulico ampliamente utilizado en la construcción, compuesto principalmente de clinker de cemento, yeso y otros aditivos. Su propiedad fundamental radica en su capacidad para endurecerse mediante una reacción química con el agua, lo que le permite unir y fijar otros materiales de construcción, como arena, grava y agregados, formando una estructura sólida y duradera. El cemento desempeña un papel esencial en la industria de la construcción y se emplea en la fabricación de hormigón y mortero, proporcionando resistencia mecánica a las estructuras, como edificios, puentes, carreteras y otras infraestructuras (Barbudo, 2014). La composición típica del Cemento a utilizar cumple los requisitos necesarios

Tabla 2

Componentes de Cemento Portland Tipo I

Compuesto	Fórmula	Abreviación	Componente (%)		
			API Clase G	API Clase H**	API Clase B
Silicato tricálcico	Ca_2SiO_3	C_2S	60	55,17	65,3
Silicato dicálcico	Ca_2SiO_4	C_2S	18	16,64	9,2
Aluminato tricálcico	$\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$	C_3A	3***	12,78****	6,2****
Ferrialuminato de Ca	$\text{Ca}_2\text{AlFeO}_5$	C_4AF	10	4,76	11,6
Cal libre	CaO	C	0	0,26	0,34
Óxido de Mg	MgO	M	0,7	1,39	1,20
Trióxido de S	SO_3	S	2,34	2,8	2,74
Óxido de Na	Na_2O	N	0,1	-	0,1
Óxido de K	K_2O	K	0,42	-	0,42

Nota. Tomada de *Efectos de gases agrios sobre cementos petroleros*. Rafael A. Bolívar C., 2008, (https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442008000900011).



Agregado fino

El agregado fino se define como el material resultante de la descomposición de roca volcánica, caracterizado por su tamaño, el cual permite que pase a través de un tamiz de 3/8" pero quede retenido en un tamiz número 200 (Holcim, 2023).

Cuando los agregados finos se combinan con cemento y agua, crean una pasta que se endurece y adquiere propiedades de resistencia y durabilidad. Esta pasta, al fraguar, forma la base de estructuras sólidas en diversas aplicaciones constructivas. Los agregados finos, que pueden consistir en arena natural, arena triturada o una mezcla de ambas, desempeñan un papel fundamental en la composición y el rendimiento final del concreto.

Cal o yeso

La cal y el yeso son dos materiales aglomerantes ampliamente utilizados en la construcción y la industria. La cal, en sus diversas formas, es un material obtenido por la cocción de piedra caliza, con alto contenido de carbonato de calcio, a altas temperaturas. Se utiliza en la construcción para hacer mortero y estuco, así como en la agricultura y la industria química. El yeso, por otro lado, es un material obtenido a partir del sulfato de calcio y se utiliza para producir yeso en polvo y productos de paneles de yeso, así como para fines médicos e industriales. Ambos materiales son aglomerantes hidráulicos que, al mezclarse con agua, experimentan un proceso de endurecimiento y fraguado, lo que les permite unir y fijar otros materiales en la construcción de edificios y estructuras, proporcionando estabilidad y resistencia (Barbudo, 2014).

Agente espumante

Un agente espumante es una sustancia química o aditivo que se utiliza para generar espuma o burbujas de gas en un líquido o una mezcla. La espuma se forma al introducir aire u otro gas en el líquido, creando burbujas que aumentan el volumen de la mezcla y le confieren propiedades específicas, la conectividad de los poros de la espuma mejorar sus propiedades físicas. Los agentes espumantes son comúnmente utilizados en diversas aplicaciones industriales y domésticas, incluyendo la fabricación de productos espumantes como espumas de poliuretano, productos de limpieza espumosos, alimentos espumados, y en la producción de materiales como el concreto celular y el hormigón aireado (Gencel et al., 2023).

En términos generales, los agentes espumantes se utilizan para modificar las características del concreto, como su densidad y su capacidad de aislamiento, lo que puede ser beneficioso en aplicaciones específicas, como la construcción de bloques de concreto ligero, el aislamiento térmico o la creación de mezclas de concreto de baja densidad. La introducción de espuma en el concreto puede cambiar su comportamiento y propiedades, y los agentes espumantes son fundamentales para controlar este proceso (Gencel et al., 2023).

Agua

Líquido sin color, olor ni sabor que cae en forma de lluvia, se encuentra en lagos, ríos y mares, y se utiliza para beber, lavar, etc (Oxford, 2023).

El agua es un componente crucial en la mezcla de concreto, ya que se utiliza para hidratar y activar el cemento, lo que permite que se produzca la



reacción química necesaria para el fraguado y endurecimiento del concreto.

Es esencial que el agua utilizada en la mezcla de concreto cumpla con ciertos requisitos de calidad para garantizar la durabilidad y resistencia del concreto final. Algunos de los factores importantes a considerar son: limpieza, potabilidad, temperatura, relación agua-cemento.

En resumen, el agua utilizada en la elaboración de concreto debe ser limpia, potable y estar dentro de los parámetros adecuados de temperatura y relación agua-cemento para garantizar un concreto de calidad.

2.2.5. Aditivos espumantes

Los agentes espumantes, que son sustancias tensoactivas, son moléculas que tienen tanto afinidad por el agua como por el aceite, lo que les permite generar espuma al entrar en contacto con un líquido. La elección del agente tensoactivo determina la estabilidad y calidad de la espuma. Estos agentes pueden ser de origen proteico o sintético; los primeros se derivan de productos animales, mientras que los segundos se fabrican a partir de la condensación de naftaleno formaldehído y óxido de amina y aminas. Los aditivos espumantes de origen animal tienen la tendencia de incorporar microburbujas cerradas en la mezcla en cantidades superiores y son más simples de controlar, en contraste con los aditivos sintéticos, que presentan una mayor expansión y densidad. La espuma preformada se genera a través de una máquina especial a la que se añaden las mezclas pertinentes. Durante este proceso, es importante mantener la consistencia del cemento y asegurarse de que todos los componentes se mezclen correctamente. El objetivo es incluir burbujas de gas de tamaño uniforme, controlando cuidadosamente las cantidades para evitar

alteraciones significativas en la densidad final. Además, es importante tener en cuenta que una mayor duración del proceso de mezclado puede hacer que la espuma pierda estabilidad y se convierta en líquido (Cordova Flores & Flores Roque, 2021).

Aditivos espumantes químicos

Un agente espumante es un compuesto químico que induce la creación de espuma durante la mezcla del concreto o mortero (sika, 2015).

Existen dos tipos de aditivos químicos más usados los cuales son:

2.2.5.1.1. Aditivos de tipo proteico. Agente espumante a base de proteínas se deriva de la goma de sangre animal (Hashim & Tantray, 2021). estos aditivos contienen proteínas hidrolizadas derivadas de fuentes animales o vegetales. Estos aditivos proteicos pueden mejorar la estabilidad y durabilidad de la espuma.

2.2.5.1.2. Aditivos de tipo sintético. Este agente espumante sintético contiene laureth sulfato de sodio (Hashim & Tantray, 2021). Estos aditivos espumantes químicos sintéticos han sido especialmente formulados para generar espuma estable y homogénea en la mezcla de concreto celular.

Estos aditivos se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, que van desde detergentes y productos de limpieza hasta alimentos, cosméticos, industria petrolera, construcción y fabricación de plásticos, entre otros.

Algunos ejemplos de aditivos espumantes sintéticos incluyen:

- Tensioactivos: Son compuestos que reducen la tensión superficial de un líquido y permiten la formación de burbujas estables. Los



tensioactivos se utilizan comúnmente en detergentes, champús, productos de limpieza y productos cosméticos para generar espuma.

- **Agentes espumantes:** Estos aditivos están diseñados específicamente para generar espuma estable en aplicaciones como bebidas carbonatadas, cerveza, espumas de poliuretano y productos de panadería.
- **Polímeros espumantes:** Algunos polímeros, como los poliestirenos y los poliuretanos, se utilizan como aditivos espumantes en la fabricación de plásticos y materiales compuestos. Estos polímeros pueden incorporarse en forma de microesferas o microcápsulas que liberan gases cuando se activan, generando espuma en el material.
- **Gasificantes:** Los gasificantes son compuestos que liberan gases, como dióxido de carbono, amoníaco o óxido nitroso, cuando se descomponen. Estos gases atrapados en la matriz del producto generan la formación de burbujas de gas y, por lo tanto, espuma. Los gasificantes se utilizan en la fabricación de alimentos como pan, pasteles y productos horneados.

Es importante tener en cuenta que la elección del aditivo espumante adecuado depende de la aplicación específica y de los requisitos de rendimiento del producto final. Además, es fundamental garantizar que los aditivos espumantes utilizados cumplan con las regulaciones y normativas aplicables en cuanto a seguridad, calidad y medio ambiente.



Aditivos espumantes naturales

2.2.5.1.3. Saponina. Las saponinas son compuestos secundarios del metabolismo presentes en una amplia variedad de plantas superiores. Se encuentran en forma de glucósidos y, cuando se agitan en soluciones acuosas, generan una espuma estable y abundante. Este fenómeno es la razón por la cual estas sustancias reciben su nombre, derivado del término latino "sapon" que significa "jabón".

Las saponinas muestran ciertas características comunes que facilitan su identificación rápida: a) al agitar sus soluciones acuosas, producen espuma, lo que constituye la base de la reacción de saponificación utilizada en el tamizaje fitoquímico; b) la mayoría de ellas provocan la hemólisis de los glóbulos rojos, propiedad que se utiliza en técnicas para cuantificar su potencia; c) tienen efectos tóxicos en animales de sangre fría, especialmente en peces (llamadas sapotoxinas), que pueden provocar parálisis de las agallas y se aprovechan en formas destructivas de pesca, conocidas como "pescar embarbascado"; d) dan una reacción positiva en la prueba de Liebermann-Burchard (Donald et al., 2005).

Las saponinas presentes en el grano de quinua son principalmente del tipo triterpenoide y se localizan en la capa externa del grano, denominada pericarpio. Estos compuestos son glicosídicos y se componen de dos partes: la glicona y la aglicona. La glicona está formada por azúcares simples de uno a cinco unidades, mientras que la aglicona, también conocida como sapogenina, tiene una estructura de esqueleto esteroideal (27 carbonos) o triterpenoide (30 carbonos) (Aranibar Tito, 2017).

Tabla 3*Composición química de la saponina*

Saponina	Radical 1	Radical 2
Ácido oleonólico-D-Glucopiranososa	CH3	CH3
Ácido fitolacagénico-D-Glucopiranososa	COOCH3	CH2OH
Hederagenina-D-Glucopiranososa	CH3	CH2OH

Nota. Tomada de *Efecto inhibitorio de la saponina de quinua*, (Aranibar Tito, 2017), (http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/5813/Arani_bar_Tito_Gledy_Mabel.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Figura 2*Espuma producida por la sustancia tensioactiva de la saponina.*

Nota. Tomada de *propiedades de la saponina*, Melanie Ramos , 2018, (<https://www.hsnstore.com/blog/nutricion/alimentos-funcionales/saponinas/>).

2.2.5.1.4. Resinas. La resina es una sustancia viscosa, pegajosa y semicristalina que se produce en las células vivas del interior del tallo de ciertas plantas, almacenándose en pequeños conductos conocidos como canales resiníferos. Su función biológica es la defensa. Cuando un árbol sufre daños, ya sea por la acción de animales, como insectos, o por la caída de ramas, las células dañadas liberan resina en la herida. Al entrar en contacto con el aire, la resina procede a solidificarse, formando una especie de cicatriz que actúa como barrera protectora, sellando la herida

(Palacios Vázquez & Maza Villalobos, 2021). La resina extraída de ciertos tipos de pinos puede utilizarse como aditivo espumante natural en la fabricación de concreto celular.

Tabla 4

Indicadores de calidad de la resina de Pinus patula

Indicadores de calidad	Muestra de Resina
Índice de acidez	134.39 - 140
Índice de saponificación	136.20 - 138.0
Materia insaponificable	22.33
Impurezas %	0.43 - 1.13
Humedad %	3.23 - 4.07

Nota. Tomada de *Obtención de Colofonia y Trementina a Partir de Resina de Pino de la Especie patula y Posterior Evaluación de los parámetros de calidad.* (GalloCorredor&SarriaVilla,2013),(https://www.researchgate.net/publication/323883876_Obtencion_de_Colofonia_y_Trementina_a_Partir_de_Resina_de_Pino_de_la_Especie_patula_y_Posterior_Evaluacion_de_los_Parametros_de_Calidad).

Figura 3

Extracción de resina de pino.



Nota. Tomada de *La resina. Un oficio antiguo que cobra vida*, de M. J. Estes, 2019, ecologistas en acción (<https://www.ecologistasenaccion.org/123251/la-resina-un-oficio-antiguo-que-cobra-vida/>).

2.2.5.1.5. Extracto de coco. El extracto de coco es una sustancia obtenida a partir de la pulpa del coco (*Cocos nucifera*) que ha sido procesada para extraer sus componentes beneficiosos. El uso de extracto de coco en concreto se refiere a la inclusión de un agente de origen natural derivado del coco, como la lechada de coco, en la mezcla de concreto. Esta práctica tiene como objetivo explorar los efectos de los componentes del coco, como las fibras, los aceites y otros compuestos naturales, en las propiedades del concreto. La investigación se centra en comprender cómo el extracto de coco puede influir en la resistencia, durabilidad, sostenibilidad y otras características del concreto, lo que puede tener implicaciones en diversas aplicaciones de la construcción y la ingeniería civil. Esta tesis se propone investigar y analizar los efectos de la incorporación de extracto de coco en la formulación de concreto, así como su viabilidad y ventajas en términos de sostenibilidad y rendimiento del material (Varghese & Unnikrishnan, 2023).

2.2.5.1.6. Jabón líquido natural. En algunas aplicaciones más sencillas, se puede utilizar un jabón líquido natural diluido para generar espuma y mezclarlo con el concreto.

2.2.6. Propiedades mecánicas del concreto celular

Densidad

Las características mecánicas más destacadas dependen en gran medida de la densidad del material. La densidad, junto con la conductividad y la resistencia, juega un papel esencial en las propiedades del material. La baja densidad es especialmente relevante ya que, al variarla durante el proceso de



fabricación del concreto, es posible obtener diferentes densidades finales. Por lo tanto, es necesario realizar pruebas en probetas de concreto para determinar su densidad en estado endurecido, la cual generalmente es de 0.1 a 0.15 g/cm³ menor que la densidad en estado fresco (Zamora Terrones, 2015).

Absorción y porosidad

La porosidad de los agregados convencionales varía típicamente entre el 0% y el 50%, con los agregados de 3 ¼ del peso y de piedra de buena calidad mostrando una contribución significativa a esta porosidad. Esta característica suele influir en la durabilidad del material (Neville, 2010). No obstante, hay diversas formas de calcular la porosidad, una de las cuales es hacer una estimación indirecta a través de la determinación de la absorción, la cual proporciona una aproximación de la porosidad que suele ser alrededor de un 10% menor que el valor real (Zamora Terrones, 2015).

Resistencia

El comportamiento mecánico de los materiales celulares se caracteriza por tener un límite de deformación, lo que implica que las propiedades del material dependerán principalmente de su densidad. La resistencia del material se verá afectada por factores como la formación de estructuras celulares y la presencia de cierta humedad en la espuma, los cuales también están interrelacionados con el volumen del material (Zamora Terrones, 2015).

Conductividad térmica

La conductividad térmica, expresada en W/(°K.m), indica la habilidad de un material para conducir el calor de un punto a otro. Por lo general, está



influenciada por la densidad del material, ya que se considera que los elementos menos densos contienen más espacios vacíos, lo que los hace menos conductivos térmicamente (Jorge Molina, 2017).

La conductividad térmica es una característica física de los materiales que explica su habilidad para transmitir el calor. Se refiere a la habilidad de un material para permitir que la energía térmica (calor) se transmita a través de él cuando existe una diferencia de temperatura. Cuanto mayor es la conductividad térmica de un material, más eficientemente puede transferir calor.

La conductividad térmica se denota comúnmente por la letra k y se mide en unidades de vatios por metro kelvin ($W/(m \cdot K)$).

La fórmula básica que relaciona la transferencia de calor (Q), la conductividad térmica (k), el área de transferencia (A), la diferencia de temperatura (ΔT), y la distancia (d) es:

$$Q = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{d}$$

Donde:

Q es la cantidad de calor transferido.

k es la conductividad térmica del material.

A es el área de transferencia.

ΔT es la diferencia de temperatura.

d es la distancia a lo largo de la cual se produce la transferencia de calor.

El vatio (W) es la unidad utilizada para medir la potencia eléctrica dentro del Sistema Internacional de Unidades (SI), siendo equivalente a la generación de 1 joule por segundo (1 J/s). El vatio, también conocido como Watt, cuantifica

la rapidez con la que la energía puede ser convertida.

$$P = V * I$$
$$P = I^2 * R$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Donde:

P es la potencia eléctrica y se mide vatio (W).

V es la tensión eléctrica y se mide en voltios (v).

I es la corriente eléctrica y se mide en amperios (amp).

R es la resistencia y se mide en ohmios (Ω).

En términos simples, la conductividad térmica indica qué tan bien un material puede permitir o resistir el flujo de calor. Los materiales con alta conductividad térmica, como algunos metales, son buenos conductores de calor y se utilizan en aplicaciones donde se desea una rápida transferencia de calor. Por otro lado, los materiales con baja conductividad térmica, como ciertos aislantes, son eficaces para resistir la transferencia de calor y se utilizan para reducir la pérdida o ganancia de calor en diversas aplicaciones.

Para determinar la conductividad térmica de un material, se utilizan diversos ensayos y técnicas experimentales. Algunos de los métodos comunes para medir la conductividad térmica incluyen:

Método del hilo caliente (Hot Wire Method): Este método implica un alambre delgado o una cinta caliente que se coloca en el material que se está probando. La potencia necesaria para mantener el alambre a una temperatura constante se utiliza para calcular la conductividad térmica.

Método de la barra caliente o barra de Lee (Hot Bar Method): Similar al método del hilo caliente, utiliza una barra delgada calentada en un extremo y se mide la transferencia de calor a través de la barra.

Método de la placa caliente (Hot Plate Method): Se calienta una placa de muestra desde un lado y se mide la transferencia de calor al otro lado. Este método es común en la evaluación de aislamientos térmicos.

La norma ASTM C177 establece los estándares para la medición en laboratorio del flujo de calor en estado estacionario a través de muestras planas y uniformes, cuando estas están en contacto con superficies sólidas paralelas, las cuales se mantienen a temperaturas constantes utilizando un dispositivo de placa caliente protegida. El aparato de prueba diseñado para este propósito se conoce como aparato de placa caliente protegida y es un método primario (Eurolab, 2023).

Este procedimiento de prueba establece los principios de diseño esenciales para la construcción y uso adecuado de un dispositivo de placa caliente protegida. Se aplica a una variedad extensa de configuraciones de aparatos, condiciones de prueba y operativas. Aunque no se incluyen diseños específicos detallados en esta norma, se espera que se desarrollen considerando las pautas generales establecidas.

Este procedimiento de prueba incluye la medición tanto en modo de una cara como en modo de dos caras. Se aceptan diseños de placas calefactoras blindadas tanto distribuidas como de fuente de línea. Se recomienda al usuario consultar las prácticas estándar para obtener más información sobre los diseños de calentadores de un solo lado (aplicación C1044) y de línea (aplicación C1043) (Eurolab, 2023).



El dispositivo de placa caliente protegida puede operar con flujo de calor tanto vertical como horizontal. Sin embargo, se debe tener en cuenta que si hay un flujo de calor por convección dentro de las muestras, los resultados de las pruebas en ambas direcciones pueden variar. Aunque no se puede establecer un límite superior exacto para la magnitud de la conductividad de la muestra que se puede medir en la placa caliente protegida, por razones prácticas, la conductividad de la muestra debe ser menor a 16 W/m (Eurolab, 2023).

Este procedimiento de prueba es válido para la medición de una amplia gama de muestras, que van desde sólidos opacos hasta materiales porosos o transparentes. Además, es adecuado para realizar mediciones en una amplia variedad de condiciones ambientales, lo que incluye la evaluación a temperaturas extremas y en presencia de diversos gases y presiones (Eurolab, 2023).

Las faltas de homogeneidad que son normales en la dirección del flujo de calor, como las estructuras en capas, se pueden evaluar con éxito utilizando este método de prueba. Sin embargo, probar muestras con falta de homogeneidad en la dirección del flujo de calor, como un sistema de aislamiento de puente térmico, puede arrojar resultados específicos de la ubicación y no se intentaría con este tipo de aparato (Eurolab, 2023).

Para asegurar el nivel de precisión y exactitud esperado, aquellos que implementen esta norma deben poseer conocimientos sobre los requisitos de las mediciones de calor, las prácticas de prueba, y la aplicación práctica de la teoría de la transferencia de calor en relación con materiales y sistemas de aislamiento térmico. Es esencial que se disponga de procedimientos operativos detallados,



incluyendo diagramas de diseño y planos eléctricos, para cada aparato, con el fin de garantizar la adecuación de las pruebas conforme a este método. Además, se recomienda verificar la precisión de los sistemas automatizados de recolección y procesamiento de datos asociados al dispositivo, lo cual se puede lograr mediante la introducción de conjuntos de datos con resultados conocidos en programas de calibración y computación (Eurolab, 2023).

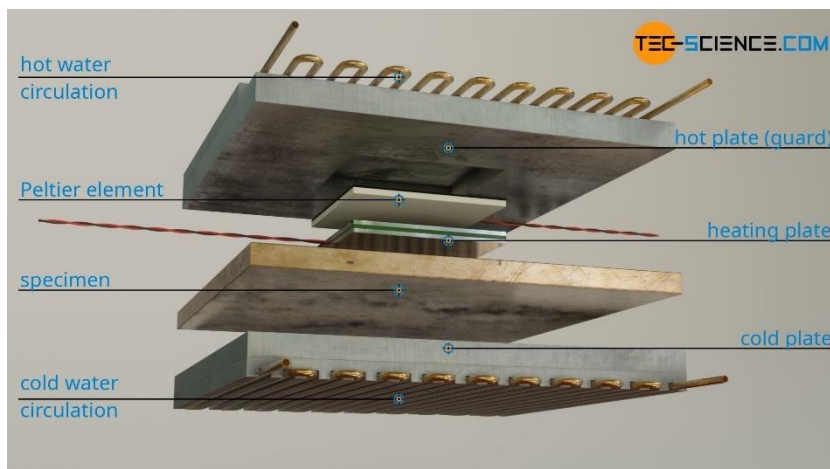
No resulta factible que un método de prueba de esta naturaleza detalle todos los procedimientos de diseño y construcción para abordar todas las posibles dificultades que puedan surgir, especialmente para alguien sin conocimientos técnicos sobre la teoría del flujo de calor, mediciones de temperatura y prácticas de prueba en general.

En situaciones donde se requiera reparar o reemplazar el dispositivo, el usuario podría encontrarse en la necesidad de actuar como diseñador o constructor, o incluso ambas cosas, lo que demandaría un entendimiento básico y una atención meticulosa a los aspectos técnicos experimentales. La estandarización de este método de prueba no tiene como objetivo restringir de ninguna manera el desarrollo futuro de nuevos o mejorados dispositivos o procedimientos (Eurolab, 2023).

Este procedimiento de prueba ofrece flexibilidad en cuanto a la elección de diseños de dispositivos y niveles de precisión para abordar necesidades específicas de medición. Para cumplir con este método de prueba, es necesario proporcionar una declaración de la incertidumbre de cada variable incluida en el informe. Se incluye una discusión de los principales factores de error relevantes (Eurolab, 2023).

Figura 4

Método de la placa caliente, componentes.



Nota. Tomada de *Guarded-Hot-Plate method for determining thermal conductivity (GHP)*, de tec-science, 2020, normas ASTM (<https://www.tec-science.com/thermodynamics/heat/guarded-hot-plate-method-for-determining-thermal-conductivity-ghp/>).

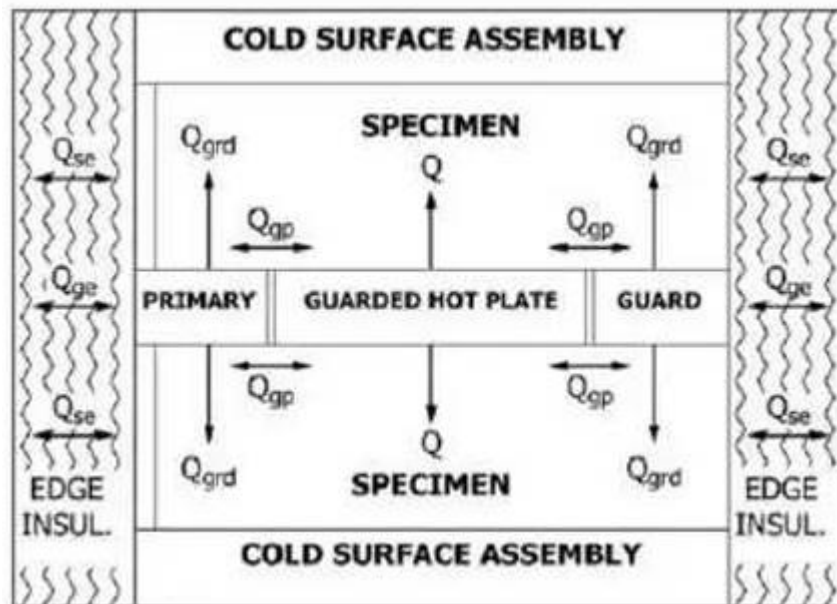
Método de la placa fría (Cold Plate Method): Similar al método de la placa caliente, pero en este caso, se mide la transferencia de calor a través de una placa fría.

Método de la caja caliente (Guarded Hot Plate Method): En este método, el material de prueba se coloca entre dos placas calentadas, y se mide la cantidad de calor que fluye a través del material.

Método del flujo de calor en estado estacionario (Steady-State Heat Flow Method): Consiste en aplicar un flujo de calor constante a través de una muestra y medir las temperaturas en los extremos de la muestra para calcular la conductividad térmica.

Figura 5

Ensayo de la placa caliente ASTM C177.



Nota. Tomada de Método de prueba estándar para mediciones de flujo de calor en estado estacionario y propiedades de transmisión mediante placa caliente protegida aparato1, de ASTM C177-13, 2018, normas ASTM (<https://es.scribd.com/document/701846358/ASTM-C177-traducido>).

Método de pulso térmico (Transient Plane Source Method): Implica la aplicación de un pulso térmico a la muestra y se mide la respuesta temporal del sistema para calcular la conductividad térmica.

Estos métodos varían en complejidad y aplicabilidad según el tipo de material que se esté evaluando y las condiciones específicas del entorno. La elección del método dependerá de la precisión requerida, la naturaleza del material y las condiciones de prueba.

Resistencia térmica

La resistencia térmica es un indicador de la dificultad que presenta un material o sistema para permitir el paso del calor a través de él. Se emplea para

expresar la capacidad de un objeto o estructura para contrarrestar el flujo de calor. La resistencia térmica se denota comúnmente por la letra R y se mide en unidades de kelvins por vatio (k/w).

La resistencia térmica (R) se relaciona con la conducción térmica (k), el área de transferencia de calor (A), y la distancia a lo largo de la cual se produce la transferencia de calor (d) mediante la siguiente fórmula:

$$R = \frac{d}{k \cdot A}$$

Donde:

R es la resistencia térmica.

d es la distancia a lo largo de la cual se produce la transferencia de calor.

k es la conductividad térmica del material.

A es el área de transferencia de calor.

La resistencia térmica se utiliza comúnmente en el campo de la ingeniería y la física para analizar y diseñar sistemas que involucran transferencia de calor, como aislamiento térmico en edificios, disipadores de calor en electrónica, y otros dispositivos donde se necesita controlar el flujo de calor. En términos generales, una resistencia térmica más alta indica una mayor dificultad para que el calor se desplace a través del material o sistema (Jorge Molina, 2017).

La resistencia térmica puede ser determinada mediante diversos ensayos y técnicas experimentales, dependiendo de la aplicación específica y del tipo de material o sistema que esté siendo evaluado. Algunos de los métodos comunes para medir la resistencia térmica incluyen:

Método de la caja caliente (Hot Box Method): Este método se utiliza para medir la resistencia térmica de paredes, techos y otros elementos de

construcción. Consiste en aplicar un gradiente de temperatura a través de una caja, midiendo la potencia de calentamiento o enfriamiento necesario y las temperaturas en ambos lados de la caja.

Método de la placa caliente (Hot Plate Method): En este método, una placa caliente se aplica a un material y se mide la cantidad de calor transferido y las temperaturas en ambos lados para calcular la resistencia térmica.

Método de la barra caliente (Hot Bar Method): Similar al método de la placa caliente, pero utilizando una barra caliente en lugar de una placa. La barra se coloca entre dos materiales y se mide la transferencia de calor.

Método del cilindro caliente (Hot Cylinder Method): Se aplica a situaciones donde el flujo de calor es perpendicular a la superficie. Un cilindro caliente se coloca en contacto con el material y se mide la resistencia térmica.

Método del ensayo de temperatura constante (Constant Temperature Method): Se utiliza para medir la resistencia térmica de aislantes. Consiste en aplicar un gradiente de temperatura constante y medir la cantidad de calor que fluye a través del material.

Estos métodos son solo algunos ejemplos, y la elección del método dependerá de diversos factores, como el tipo de material, la geometría del sistema, las condiciones de prueba y la precisión requerida. La normativa y estándares específicos de la industria también pueden especificar métodos de prueba para la determinación de la resistencia térmica en diferentes contextos.

Capacidad térmica específica

La capacidad térmica específica, usualmente representada como c (en minúscula), es una característica física de una sustancia que indica la cantidad

de calor que puede absorber o liberar por unidad de masa cuando experimenta un cambio de temperatura específico. Se define como la cantidad de calor (Q) requerida para aumentar (o disminuir) la temperatura de una unidad de masa (m) de una sustancia en una unidad de temperatura (ΔT).

La fórmula general para la capacidad térmica específica es:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Donde:

Q es la cantidad de calor absorbida o liberada,

m es la masa del material,

c es la capacidad térmica específica,

ΔT es el cambio de temperatura.

La capacidad térmica específica se expresa en unidades de energía por unidad de masa por grado Celsius o Kelvin ($J/(kg \cdot ^\circ C)$ o $J/(kg \cdot K)$). Es una propiedad intensiva, lo que implica que no varía en función de la cantidad de sustancia presente.

Algunas sustancias tienen capacidades térmicas específicas más altas que otras, lo que significa que requieren más o menos energía para experimentar cambios de temperatura. Por ejemplo, el agua tiene una capacidad térmica específica relativamente alta en comparación con muchos otros materiales, lo que contribuye a su capacidad para almacenar y liberar grandes cantidades de calor. Esto es una parte clave de por qué el agua se utiliza comúnmente en sistemas de calefacción y refrigeración (Jorge Molina, 2017).

La capacidad térmica específica de un material se puede determinar mediante varios ensayos y técnicas experimentales. Algunos de los métodos comunes incluyen:

Método del Calorímetro: Este método implica la medición directa de la cantidad de calor absorbida o liberada por una muestra de material cuando se somete a un cambio de temperatura conocido. Los calorímetros son dispositivos diseñados para medir estas cantidades de calor.

Método de Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC): La DSC es una técnica que mide la diferencia de calor entre una muestra y una referencia a medida que ambas se calientan o enfrían de manera controlada. A partir de los datos obtenidos, se pueden determinar propiedades térmicas, incluida la capacidad térmica específica.

Método del Hielo Calentado: Se utiliza para determinar la capacidad térmica específica de líquidos. Implica calentar un bloque de hielo a cero grados Celsius y luego sumergirlo en el líquido cuya capacidad térmica específica se quiere medir. La cantidad de hielo derretido se utiliza para calcular la capacidad térmica específica del líquido.

Método de Enfriamiento o Calentamiento: Este método implica el calentamiento o enfriamiento controlado de una muestra y la medición de la variación de temperatura con el tiempo. A partir de estos datos, se puede calcular la capacidad térmica específica.

Método de Pulso Térmico: En este método, se aplica un pulso térmico a la muestra y se mide la respuesta temporal del sistema. La capacidad térmica específica puede calcularse a partir de estos datos.

Es importante seleccionar el método de prueba adecuado según el tipo de material y las condiciones específicas del experimento. Además, se deben seguir las normativas y estándares aplicables en la industria o el campo específico.

2.2.7. Propiedades físicas de las unidades de albañilería

Las características relacionadas con la resistencia de la albañilería incluyen su capacidad para soportar la tracción, su variabilidad dimensional, la posibilidad de alabeo, su color y su capacidad de succión.

Los aspectos vinculados con la durabilidad de la albañilería comprenden su resistencia a la compresión y su densidad, así como la presencia de eflorescencia, la capacidad de absorción y el coeficiente de saturación.

La Norma Técnica E 070 categoriza las unidades destinadas a fines estructurales según sus propiedades de resistencia en la albañilería, también conocidas como ensayos clasificatorios. Estas propiedades incluyen la resistencia a la compresión de la unidad ($f'b$), la variabilidad dimensional y el alabeo.

Entre las principales propiedades físicas de una unidad de albañilería tenemos:

Alabeo

El alabeo es una propiedad física de la albañilería que se manifiesta como una deformación en la que una superficie plana original adquiere una curva o inclinación, generalmente debido a tensiones internas desiguales, variaciones en las propiedades de los materiales, asentamientos no uniformes o cambios en las condiciones ambientales. Este fenómeno puede afectar la estabilidad estructural y la apariencia estética de los elementos de albañilería, como paredes, losas o revestimientos, y es una consideración importante en el diseño y la construcción para garantizar la integridad y funcionalidad a largo plazo de las estructuras (Araoz Escobedo & Velezmoro Girón, 2012).

Figura 6

Prueba de alabeo.



Nota. Tomada de *Reforzamiento de viviendas existentes construidas con muros confinados hechos con ladrillos pandereta*, Araoz Escobedo & Velezmoro Girón, 2012, (https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1203/ARAOZ_TANIA_Y_VELEZMORO_JHONATAN_REFORZAMIENTO_VIVIENDAS_LADRILLOS_PANDERETA.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Color

La prueba de color en unidades de albañilería se realiza para evaluar y verificar la uniformidad del color en las unidades de mampostería, como bloques, ladrillos u otros elementos de construcción. Esta prueba es importante en proyectos donde la consistencia del color es un criterio clave para la estética final del edificio.

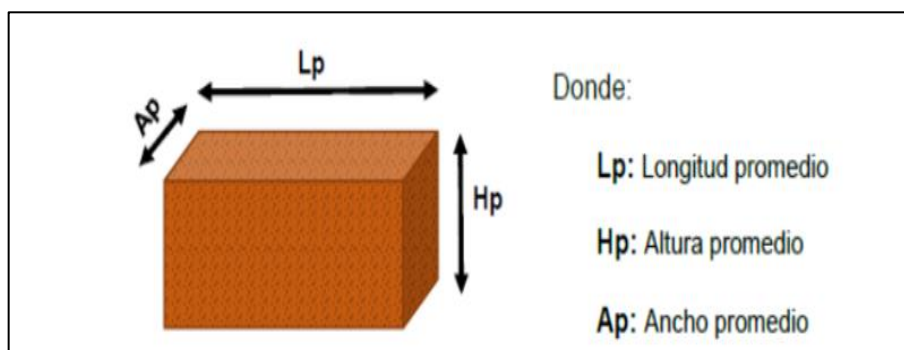
Es importante destacar la prueba de color puede ser subjetiva en cierta medida, ya que la percepción del color puede variar entre personas. Sin embargo, establecer estándares claros y realizar la prueba en condiciones lo más representativas posible del entorno final ayudará a minimizar las discrepancias. Además, la comunicación efectiva entre el cliente, el fabricante es esencial para garantizar la satisfacción con el color final de la mampostería.

Variación dimensional

La variación dimensional en albañilería se refiere a las alteraciones en las dimensiones físicas de los materiales de construcción que componen una estructura de albañilería. Estas variaciones pueden ser el resultado de diversos factores, como cambios en la temperatura, humedad, cargas estructurales, asentamientos del suelo, procesos de contracción y expansión de los materiales, entre otros (Araoz Escobedo & Velezmoro Girón, 2012).

Figura 7

Descripción de valores de la variación dimensional.



Nota. Tomada de *Propiedades Físicas, Químicas Y Mecánicas DE LAS Unidades DE Albañilería*, de Joseph caballero, 2021, (<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-catolica-de-trujillo/albanileria-estructural/propiedades-fisicas-quimicas-y-mecanicas-de-las-unidades-de-albanileria/18293391>).

Para determinar la variación dimensional se utilizará la siguiente fórmula:

$$V = \frac{DE - MP}{DE} \times 100$$

En donde:

V : Variación de dimensión, en porcentaje

DE : Dimensión especificada, en milímetros

MP : Medida promedio en cada dimensión, en milímetros

2.2.8. Equipo de placa caliente

Son dispositivos utilizados en aplicaciones de calentamiento, como en laboratorios, la industria alimentaria o incluso en el hogar. Estas placas calefactoras consisten en una superficie plana sobre la cual se coloca el recipiente que se desea calentar, y están equipadas con resistencias eléctricas incrustadas debajo de la superficie. Cuando se aplica electricidad a estas resistencias, generan calor que se transfiere a la placa y luego al recipiente, calentando su contenido.

Figura 8

Placa caliente de una sublimadora neumática.



Nota. Tomada de *Estampadora Sublimadora Termofijadora Neumática QX-B1-C80*, de *maquinastitus*, 2024, (<https://maquinastitus.com.co/products/estampador-a-sublimadora-termofijadora-hidraulica-qx-b1-c-80>).

Las placas calefactoras son comunes en laboratorios para calentar soluciones líquidas o muestras sólidas en matraces, vasos de precipitados u otros recipientes de vidrio o metal. También se utilizan en la cocina comercial para mantener los alimentos calientes durante el servicio. En el hogar, las placas calefactoras se encuentran a menudo en estufas eléctricas o en dispositivos portátiles diseñados específicamente para calentar recipientes.

Estas placas suelen estar equipadas con controles de temperatura que permiten ajustar la cantidad de calor generado, lo que proporciona un control preciso sobre el proceso de calentamiento. Además, algunas placas calefactoras pueden tener características de seguridad incorporadas, como apagado automático en caso de sobrecalentamiento o protección contra cortocircuitos.

Sus principales dispositivos por las que están compuestas son:

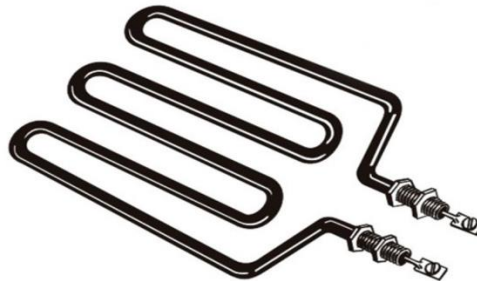
2.2.6.1. Superficie de calentamiento: Esta es la parte superior de la placa calefactora donde se coloca el recipiente que se va a calentar. La superficie suele ser de metal resistente al calor, como aluminio o acero inoxidable, y está diseñada para distribuir uniformemente el calor generado por las resistencias eléctricas debajo de ella.

2.2.6.2. Resistencias eléctricas: Son componentes electrónicos pasivos fundamentales en prácticamente todos los circuitos eléctricos y electrónicos. Su función principal es oponerse al flujo de corriente eléctrica, lo cual permite controlar la cantidad de corriente que pasa a través de diferentes partes de un circuito, la cual las convierte en piezas esenciales para ajustar, regular y equilibrar el funcionamiento de dispositivos y sistemas eléctricos, abarcando desde aplicaciones simples hasta complejos circuitos electrónicos.

Estas son las unidades que generan calor cuando se les aplica electricidad en las resistencias que están ubicadas debajo de la superficie de calentamiento y pueden estar dispuestas en espiral, forma de serpentina u otro diseño para maximizar la eficiencia en la distribución del calor. El control de la cantidad de electricidad que se aplica a las resistencias permite ajustar la temperatura de la placa.

Figura 9

Resistencias térmicas tubulares.



Nota. Tomada de *resistencias tubulares*, de resista, 2024, (<https://www.resistaltda.com/resista/pg7/sp/resistencias-tubulares-electricas-colombia>).

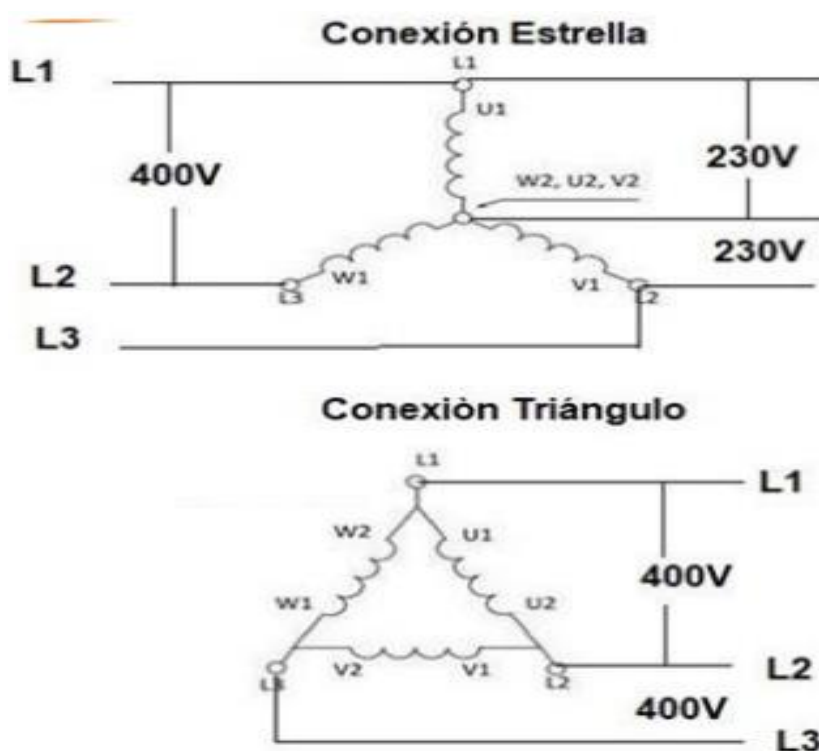
Conexión monofásica en serie: En este tipo de conexión, las resistencias están conectadas en una cadena, de modo que la corriente eléctrica fluye a través de cada resistencia en secuencia. Esto puede ser útil para distribuir uniformemente el calor a lo largo de toda la superficie de calentamiento.

Conexión monofásica en paralelo: En una conexión en paralelo, cada resistencia tiene su propia conexión eléctrica independiente, lo que permite que la corriente fluya a través de cada una por separado. Esto puede ser útil para proporcionar un control más preciso sobre la temperatura en diferentes partes de la placa.

Conexión trifásica en delta o estrella: En aplicaciones donde se requiere un control de temperatura muy preciso o se necesitan altas potencias, se pueden utilizar conexiones en delta o estrella para las resistencias. Estos métodos de conexión son más complejos y pueden requerir un control más avanzado de la electrónica.

Figura 10

Conexión trifásica estrella y delta.



Nota. Tomada de *motores eléctricos*, de escuela universitaria de oficios UNLP, 2020, (<https://acortar.link/8HjMMK>).

En la región Puno, la energía se suministra a 220V en sistemas monofásicos y 380V en sistemas trifásicos. La conexión en estrella es común en la distribución eléctrica y en industrias con motores trifásicos o resistencias de carga, siendo una opción eficiente y equilibrada para sistemas trifásicos.

2.2.6.3. Control de temperatura: Este dispositivo permite al usuario ajustar la temperatura deseada de la placa calefactora. Puede estar integrado directamente en la placa o ser un dispositivo separado conectado a ella. Los controles de temperatura suelen tener perillas o botones que permiten seleccionar la temperatura deseada, y algunos modelos pueden incluir pantallas digitales para mostrar la temperatura actual.

Aquí hay algunos componentes y características comunes de un controlador digital de temperatura:

Sensor de temperatura: El controlador digital está equipado con un sensor de temperatura que detecta y mide la temperatura del entorno o del objeto que se está controlando. Los tipos comunes de sensores incluyen termopares, termorresistencias (RTD), y dispositivos de detección de temperatura infrarrojos.

Pantalla: La mayoría de los controladores digitales tienen una pantalla que muestra la temperatura medida y la configuración del usuario. Esta pantalla puede ser LCD, LED u otra tecnología.

Botones de ajuste: Permiten al usuario configurar la temperatura deseada y otros parámetros, como la precisión, el rango de control y las funciones adicionales.

Algoritmo de control: El controlador utiliza un algoritmo de control para determinar cuánto ajustar la salida de energía para mantener la temperatura dentro del rango deseado. Los algoritmos comunes incluyen control proporcional (P), proporcional-integral (PI), y proporcional-integral-derivativo (PID).

Salida de control: El controlador digital tiene una o más salidas de control que se utilizan para ajustar la energía suministrada al sistema de calefacción o enfriamiento. Esto puede incluir relés, transistores de potencia, triacs, o salidas de corriente continua (DC) dependiendo de la aplicación específica.

Comunicación: Algunos controladores digitales están equipados con capacidades de comunicación, como puertos RS-232, RS-485, Ethernet, o USB, que permiten la supervisión remota y la configuración a través de una red o interfaz de computadora.

Temporizador Digital: Es un dispositivo de control electrónico, diseñado específicamente para la medición y gestión precisa de intervalos temporales. Operando mediante circuitos digitales integrados o software de programación sofisticado, este dispositivo es capaz de ejecutar secuencias de cuenta regresiva o cuenta progresiva. Al concluir el intervalo preestablecido, el temporizador puede generar una señal de control o ejecutar una acción predeterminada, tal como la activación o desactivación de cargas eléctricas.

2.2.6.4. Carcasa y aislamiento: La carcasa constituye la capa exterior de la placa calefactora, la cual resguarda los elementos internos del equipo y brinda estabilidad. Además, la placa calefactora típicamente cuenta con un aislamiento térmico que reduce la pérdida de calor y mejora la eficacia del calentamiento. Este aislamiento se compone de materiales diseñados para limitar o disminuir la transferencia de calor entre objetos en contacto térmico o dentro del alcance de su influencia.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Metodología de investigación

3.1.1. Método de la investigación

Se trata del plan o estrategia ideada para obtener la información deseada. En este trabajo de investigación, se empleará un enfoque *Relacional*, ya que se utilizará la recolección de datos para verificar hipótesis mediante mediciones numéricas y análisis estadístico. El objetivo es identificar patrones de comportamiento y validar teorías.

En el enfoque cuantitativo, se adoptará el nivel *Explicativo*, que implica una situación de control donde se manipulan de forma deliberada una o más variables independientes (causas) para examinar cómo estas afectan una o más variables dependientes (efectos).

Este proceso se llevará a cabo utilizando el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.



3.2. Enfoque de la investigación

El enfoque cuantitativo se basa en la recolección de datos mediante mediciones numéricas y análisis estadístico para verificar hipótesis. Su propósito es identificar patrones de comportamiento y validar teorías (Hernández, y otros, 2014).

La investigación adopta un enfoque cuantitativo, ya que implica la medición y evaluación de magnitudes de los fenómenos o problemas de investigación.

3.3. Diseño de la investigación

Esta investigación se caracteriza por tener un diseño experimental - cuasiexperimental, ya que los grupos de trabajo no son asignados al azar, sino que están preestablecidos antes de iniciar el experimento.

3.4. Nivel de investigación

Es de nivel explicativo por la intervención de inducir a las variables, dependiente e independiente a su investigación de causa y efecto.

3.5. Tipo de investigación

El propósito principal de la investigación aplicada es abordar problemas prácticos y encontrar soluciones para ellos, mientras que la contribución al conocimiento teórico se considera secundaria (Landeau, 2007).

Este estudio se clasifica como investigación aplicada, ya que tiene objetivos prácticos específicos. Es decir, se lleva a cabo con la intención de alterar, modificar y/o influir en la conductividad térmica de una unidad de albañilería de concreto celular.

3.6. Población de investigación

Muros de bloques de concreto en la ciudad de Juliaca

3.7. Muestra de investigación

Muro con bloques de concreto celular

3.8. Técnicas, fuentes de información, instrumentos

3.8.1. Técnicas de recolección de datos

En esta investigación usaremos la observación directa como técnica de recolección de datos, con el fin medir y observar los efectos en la variable dependiente.

Instrumentos de investigación: Laptop y cuaderno de campo, normas, hojas de cálculo, equipos de los instrumentos de medida, fichas de evaluación.

3.8.2. Instrumentos

El instrumento empleado en respuesta a la técnica utilizada fue una planilla de observación. Esta planilla incluye información sobre:

- El tipo de mezcla que se determinó como óptima, es decir, la dosificación ideal para el diseño de los bloques. Esta lista detalla tres mezclas, los materiales utilizados, las cantidades de cada material y los resultados obtenidos de las mezclas tanto en estado fresco como endurecido.

Además de la lista de verificación, se utilizaron los siguientes instrumentos para la recolección de datos:

- Cámara fotográfica: Captura imágenes importantes en la investigación.
- Computador con sistema operativo Windows 10.
- Cuaderno de anotaciones.
- Registrador de temperatura.

- Flexómetro

3.9. Caracterización de materiales

3.9.1. Cemento

El cemento a utilizar es el Cemento Portland Tipo I producido por Cementos Yura, que cumple con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Peruana (NTP) 334.009, aprobada por INDECOPI. Esta norma está basada en los estándares estadounidenses de la ASTM C150, aprobada por el Comité C01 en 2007 y revisada por el Subcomité C01.10 en 2016.

3.9.2. Agregado fino

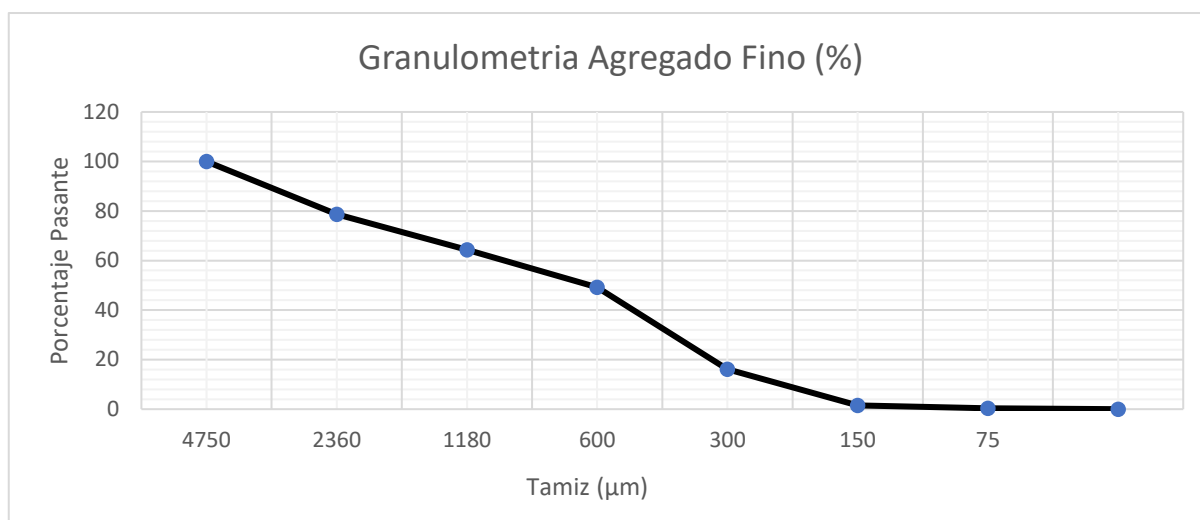
Se empleará arena fina proveniente de la cantera de Isla. Este tipo de arena cumple con los estándares establecidos por la ASTM C33 y, por ende, satisface los requisitos de la norma NTP 400.037. La granulometría de la arena a utilizar se presenta en la Tabla N°05 y el Gráfico N°12

Tabla 5

Análisis granulométrico arena fina de cantera Unocolla

Malla N°	Abertura (Mm)	Peso Retenida (gr)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulada (%)	Que pasa (%)
N°4	4.750	0	0	0	100.00
N°8	2.360	137.64	21.285	21.285	78.715
N°16	1.180	92.47	14.367	35.652	64.348
N°30	0.600	97.74	15.193	50.845	49.155
N°50	0.300	212.24	32.975	83.820	16.18
N°100	0.150	94.71	14.715	98.535	1.465
N°200	0.075	7.50	1.165	99.700	0.300
Base		1.93	0.300	100.00	0.00
Total		643.64	100.00		

Nota. Tomada de *Informe de Granulometría Agregados Finos y Grueso Juliaca*, Eduardo Flores, 2018, (<https://es.scribd.com/document/367824356/Informe-de-Granulometria-Agregados-Finos-y-Grueso-Juliaca>).

Figura 11*Granulometría.*

Nota. Tomada de *Informe de Granulometría Agregados Finos y Grueso Juliaca*, Eduardo Flores, 2018, (<https://es.scribd.com/document/367824356/Informe-de-Granulometria-Agregados-Finos-y-Grueso-Juliaca>).

3.9.3. Agua

El agua suministrada por SEDA JULIACA debe ser pura y no contener impurezas dañinas como aceites, ácidos, álcalis o materia orgánica. Se considera apropiada el agua que cumple con los estándares para consumo humano.

3.9.4. Yeso

El yeso a utilizar será de la marca NICOVITA, cuya composición incluye un 32.6% de CaO, un 46.5% de SO₃ y un 20.9% de agua. En su estado puro, es incoloro o blanco, aunque usualmente puede contener impurezas que le otorgan diferentes tonalidades, como arcilla, óxido de hierro, sílice y caliza, entre otras.

3.9.5. Saponina de quinua

El tipo de saponina a usar será de quinua, al ser un residuo que es de fácil recolección y que se encuentra disponible para su adquisición.

Procedimiento de recolección de saponina:

- Para conseguir la saponina de quinua, se apersono a un molino cercano para que pudiera facilitarnos dicha saponina.
- Se le facilito un saco para que seleccionare exclusivamente saponina de quinua, la cascara de quinua, el cual es el que contiene la mayor cantidad de saponina.
- Obtenida la saponina de quinua, se observó a primera instancia el color que esta tenía (color ocre carne).

Figura 12

Saponina de quinua extraída de molino.



Nota. Saponina en polvo que fue adquirida del proceso de molido del grano de quinua.

- Para su uso en las pruebas se realizó un tamizaje con la malla n°50, para evitar que partículas de mayor tamaño interfieran en la producción de espuma.

3.9.6. Resina de pino

La resina será extraída de los parques y áreas verdes existentes en la ciudad de Juliaca, extraída de ciertos tipos de pinos puede utilizarse como aditivo espumante natural en la fabricación de concreto celular.

Procedimiento de recolección de resina de pino:

- Para conseguir la resina de pino, se ubicó un parque con plantaciones de pino, el parque seleccionado para la extracción de resina fue el parque pulmoncito de la ciudad de Juliaca.

Figura 13

Parque el pulmoncito de Juliaca.



Nota. Parque de donde se extraerá la resina de pino, ubicada en el barrio la capilla de la ciudad de Juliaca.

- Ubicado el parque se escogió entre los árboles de mayor edad, ya que estos son las que mayor resina expulsan con el pasar de los tiempos.

Figura 14

Extracción de resina de pino.



Nota. Proceso de extracción de resina de un árbol de pino.

- Se obtuvo la resina en unos recipientes, presentando un color naranja transparente, y de un aspecto viscoso.

Figura 15

Resina de pino.



Nota. Resina extraída del árbol de pino, con una contextura viscosa y de color amarilla.

- Para su uso en la elaboración de nuestro bloque de concreto celular se extendió la resina sobre una superficie para realizar el secado correspondiente
- Una vez secada la resina, se procedió al molido de dicha resina, usando la malla N°100 para su tamizaje.

3.9.7. Equipo generador de espuma

Se utilizará un taladro pequeño con revolvedor para producir espuma al mezclar la saponina, resina de pino y agua. La espuma resultante, generada por la agitación del revolvedor, se añadirá a la mezcla de cemento, arena fina y yeso.

3.9.8. Equipo de Placa caliente

El ensayo para determinar la conductividad térmica y resistencia térmica será el método de la placa caliente, para el cual se optará realizarlo con una plancha transfer, cuyo uso es para textilería, para lo cual se adaptará a la necesidad del método a usarse, las características de estas son:

Características generales:

Alimentación: trifásica 380v conexión estrella.

Compresor: 1 compresor de aire cuya presión de trabajo es de 65 psi

Mesas: 3 mesas de trabajo

Características de la mesa de trabajo de la placa caliente:

Temperatura de trabajo: 0 - 400°C

Controlador de temperatura: pirómetro digital con termocupla tipo j

Placa térmica: placa compuesta de aluminio de 60 x 60 cm

Voltaje de resistencias: 220 v

Corriente de uso en la placa térmica: 6.9 amp

Resistencia de cada una de las resistencias eléctricas: 190Ω

Figura 16

Placa caliente (Plancha Transfer).



Nota. Placa caliente compuesta de aluminio, el cual servirá para transferir el calor al murete.

3.9.9. Pinza amperimétrica

Con la cual se realizará la medición de corriente alterna (AC), corriente continua (DC), voltaje AC, voltaje DC, resistencia, entre otros.

Figura 17

Pinza amperimétrica.



Nota. Pinza amperimétrica, equipo de medición de corriente, tensión, y resistencia.

3.9.10. Termómetro digital

Se contará con 2 termómetro digital de precisión de 0 – 100 °C, el cual se utilizará para registrar las temperaturas de la cara superior e inferior del murete.

Figura 18

Termómetro digital.



Nota. Termómetro digital, el cual tiene un rango de registro de 0-100°C.

3.10. APLICACIÓN DE LA INFORMACIÓN

3.10.1. Dosificación

El principal objetivo de dosificar una mezcla de concreto es obtener las propiedades físicas y mecánicas mínimas requeridas tanto en su estado fresco como endurecido. Aunque la mayoría de los métodos de diseño se centran en lograr una resistencia a la compresión con una consistencia específica, en este caso se dará prioridad a un diseño basado en el peso específico inicial de la mezcla utilizando el método gravimétrico según la norma ASTM C 138, debido a las características especiales del concreto en cuestión. Para determinar una dosificación adecuada, se seguirá un plan de trabajo que incluye una investigación bibliográfica de diseños de concreto celular, seguido de diseños

experimentales y pruebas piloto para verificar los resultados deseados. Finalmente, se seleccionará el diseño definitivo para la fabricación del prototipo de bloque macizo de concreto celular, junto con pruebas de confirmación del producto final.

3.10.1.1. Diseño de mezcla.

En el proceso de diseño de la mezcla, es crucial emplear las proporciones establecidas en estudios anteriores, ya que proporcionan una base sólida y confiable para lograr la composición adecuada del concreto. Al considerar tanto la cantidad de cemento como el volumen total del concreto, podemos garantizar que la mezcla resultante cumpla con los estándares requeridos para un óptimo diseño.

Tabla 6

Tabla de proporciones cemento-resina de pino

Cemento %	Resina de pino %	Conductividad térmica	Proporción cemento: resina de pino
100	1	0.475	1:0.01
80	1	0.363	1:0.0125
60	1	0.258	1:0.0167

Nota. Tomada de *El efecto de las cenizas volantes y la resina de pino en las propiedades termo-mecánica de los concretos con áridos de arcilla expandida*, Bicer y Celik, 2020, (<https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2020.103668>).

Observando las proporciones con las cual trabajaron en las investigaciones mencionadas en los antecedentes se tomará proporciones cercanas a los valores q establecen.

Tabla 7*Proporciones de trabajo*

INSUMO	PROPORCIÓN TRADICIONAL	PROPORCIÓN 01	PROPORCIÓN 02	PROPORCIÓN 03
Cemento	1	1	1	1
Arena	2.5	2.5	2.5	2.5
Yeso	0	0.6	0.6	0.6
Saponina	0	0.05	0.05	0.05
Resina de pino	0	0.01	0.0125	0.0165

Nota. Proporciones con las que se trabajara.

Para elaborar nuestro cuadro de proporciones en peso de materiales, para elaborar nuestros bloques, realizaremos lo siguiente:

1. Al principio, se establecerán cantidades predefinidas de cemento (kg), agua (lt), aditivo espumante (gr) y agregado (kg) en la mezcla. Estas cantidades se basarán en diseños previamente realizados en investigaciones similares, utilizando como referencia la tabla 7.

2. Se calcula el peso de cada material usando como referencia la densidad del concreto celular de 1600kg/m³, volumen del molde 0.0112 m³, multiplicando el peso de bloque por la división entre proporción y suma total de las proporciones.

Para los primeros diseños experimentales se trabajará con una proporción tradicional de 1:3 (cemento: agregado) y 3 proporciones con diferentes proporciones de resina de pino, con dichas muestras se evaluará cual proporción muestra una conductividad térmica óptima para ser utilizada como aditivo espumante de un concreto celular.

Tabla 8*Proporción de mezcla para unidad de bloque*

INSUMO	UNIDAD	PROPORCIÓN	PROPORCIÓN	PROPORCIÓN	PROPORCIÓN
		TRADICIONAL	01	02	03
Cemento	kg	4.3	4.3	4.3	4.3
Arena fina	kg	12.8	12.8	12.8	12.8
Yeso	kg	0	2.6	2.6	2.6
Saponina	gr	0	200	200	200
de quinua					
Resina de	gr	0	42	54	70
Pino					
Agua	lt	1.7	1.7	1.7	1.7

Nota. Se aprecia las proporciones en unidades mostradas.

3.10.2. Procedimiento de elaboración de muestras

Se seguirá una serie de pasos para lograr realizar las muestras de 0.14x0.20x0.4 cm, a los que se leerá la temperatura, para interpretar los resultados obtenidos, procedimiento a seguir es el siguiente:

1. Se elaborará 3 tipos de bloques, se realizarán con las mismas dimensiones de una bloqueta común 0.40mx0.20mx0.14m.

Figura 19*Ancho de bloqueta.*

Nota. Medición del ancho de un bloque.

Figura 20

Altura de bloqueta.



Nota. Medición de la altura de un bloque.

2. Se elaboro un molde para realizar nuestros bloques, en las cuales de tomaron las medidas ya antes mencionadas, en este caso no se opto por un tipo de unidad de albañilería sólida, para facilitar los ensayos que se realicen.

Figura 21

Largo de bloqueta.



Nota. Medición del largo de una bloqueta.

3. Se puso a disponibilidad todos los materiales y equipos necesarios para la elaboración de los bloques de prueba.

Figura 22

Materiales que componen el concreto celular.



Nota. Materiales usados en la elaboración del concreto celular.

4. tomando como referencia la tabla 8, se procederá a realizar el pesaje de cada uno de los materiales según la dosificación de cada proporción, teniendo en cuenta que el peso de la tara es de 45gr.

Figura 23

Peso resina de pino.



Nota. Medición del peso de la resina seca de pino.

Figura 24

Peso de saponina.



Nota. Medición del peso de la saponina de quinua en polvo.

5. Se procede con la mezcla en seco de los materiales cemento, yeso y arena. Realizando el mezclado de una manera que la mezcla este homogénea.

6. en un recipiente con agua, se procedió a verter la saponina de quinua y posteriormente con resina de pino, ayudándose de un taladro agitador para generar la espuma, se realizó la agitación durante un tiempo de 1 min.

Figura 25

Mezcla de saponina y resina al recipiente.



Nota. Vertido de la saponina de quinua en el recipiente, para la generación de espuma mediante agitación con el equipo.

Figura 26

Agitación con taladro, para la generación de espuma.



Nota. Generación de espuma mediante agitación con el equipo.

7. ya observa la generación de espuma dentro del recipiente, se procedió a verter la espuma en el recipiente de la mezcla de cemento, arena y yeso.

Figura 27

Mezcla de la espuma con la mezcla sólida.



Nota. Vertido de la espuma a la mezcla de concreto.

8. Con la ayuda del taladro se realizó la mezcla conjunta de todos los materiales usados, para lograr una homogeneidad.

Figura 28

Homogenización de la mezcla.



Nota. Incorporación de espuma y concreto removido con el equipo.

9. Ya preparada la mezcla estas se vertieron en los moldes elaborados previamente.

Figura 29

Vertido de la mezcla a los moldes.



Nota. Vertido de concreto celular a los moldes.

10. ya pasado las 24 horas se procedió a desencofrar los bloques, vaciadas con concreto celular, realizando su curado.

Figura 30

Desencofrado de las muestras.



Nota. Desencofrado de los moldes pasado las 24 horas.

11. ya pasado los 7 días de curado, se procedió al registro de temperatura de cada uno de los bloques, los 3 bloques fueron expuestas al sol, durante un tiempo aproximado de 2 horas.

Figura 31

Curado de las muestras.



Nota. Curado de las muestras tras el desencofrado de los moldes.

12. ya pasada las 2 horas correspondientes se procedió a la medición de temperatura de los bloques esta vez expuestas a la sombra, usando un equipo de medición de temperatura.

13. se realizó la medición en tres tiempos (00:30 hr, 1:00 hr, 1:30 hr).

Obtenido las mediciones, se realizó una tabla de la obtención de datos para cada muestra.

Figura 32

Lectura de temperatura a una muestra.



Nota. Sensor de temperatura.

3.10.3. Procedimiento de elaboración de murete

01.- para realizar los muretes se elaboró los encofrados a escala de un 50% menos a la real, de 0.08m x 0.1m x 0.2m medidas del bloque a escalar.

Figura 33

Moldes de madera para el vaciado de concreto.



Nota. Preparación de los moldes para el vertido del concreto celular.

02.- se elaboró bloques para las diferentes dosificaciones ya establecidas, pasado 1 día del vaciado se desencofro y se procedió al curado de los bloques elaborados.

Figura 34

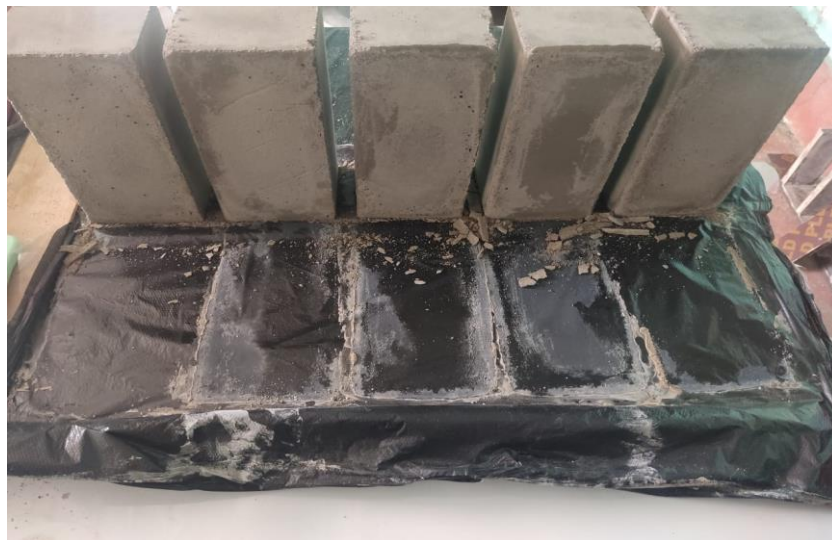
Vaciado de concreto en moldes.



Nota. Vertido del concreto celular a los moldes.

Figura 35

Bloques de concreto a escala 1/2.



Nota. Desencofrado de los moldes pasado las 24 horas.

03.- después de 21 días de secado y curado de los bloques, se procedió a realizar los muretes para cada dosificación, cuyas medidas de los muretes elaborados fueron de 0.53m x 0.56m x 0.08m, con juntas de 1.5 cm tanto vertical y horizontal.

Figura 36

Curado de bloques.



Nota. Curado de los bloques de concreto celular, tras el desencofrado.

Figura 37

Asentado de bloques en un murete.



Nota. Elaboración del murete con los bloques de concreto celular.

04.- los muretes fueron curados levemente con agua periódicamente, la cantidad de muretes elaboradas fue de un total de 4 muestras, murete 01 bloques sin adición de saponina y resina, murete 02 bloque con adición de saponina 200gr y resina de pino. 42gr, murete 03 bloque con adición de saponina 200gr y resina de pino 54gr, y murete 04 bloque con adición de saponina 200gr y resina de pino 70gr.

Figura 38

Curado de muretes.

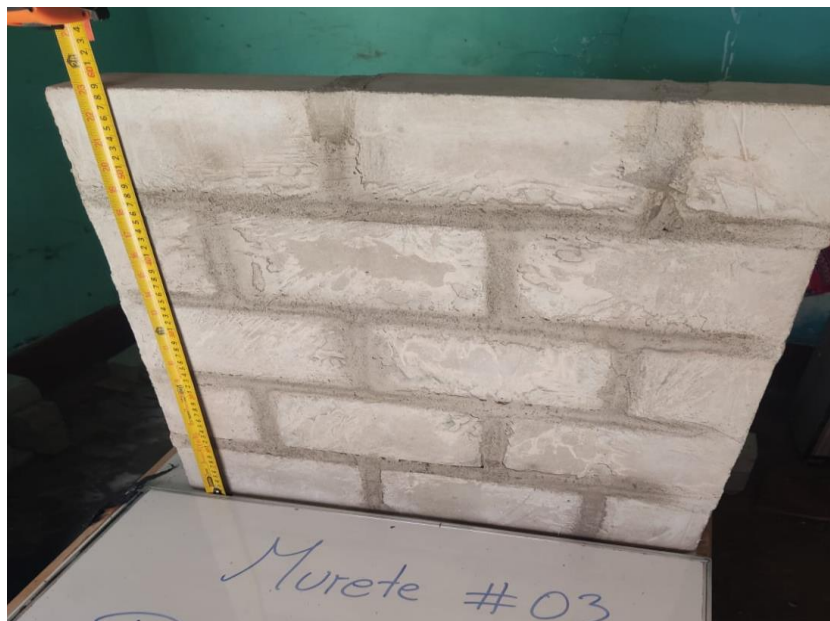


Nota. Muretes elaborados con bloques de concreto celular.

05.- una vez curado y secado los muretes se realizaron nuevamente las mediciones, cabe mencionar que las caras de estos muretes se alisaron para que no haya variaciones al momento de realizar la prueba ya que con una superficie lisa se obtendrán menos errores que una ondulada.

Figura 39

Murete.



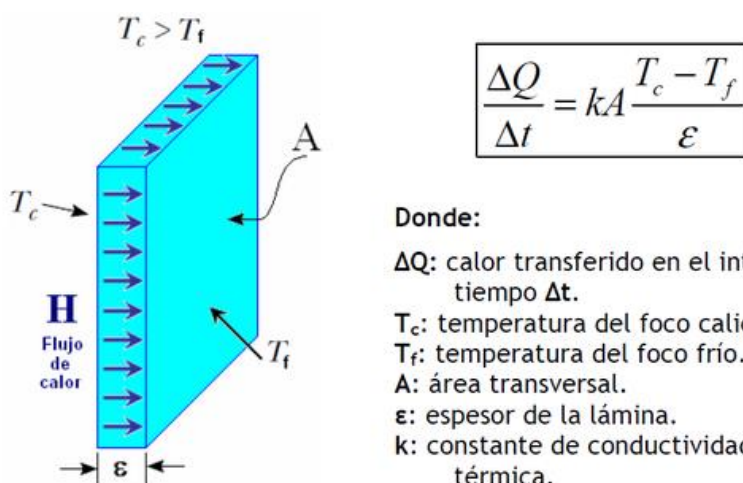
Nota. Dimensiones del murete elaborado de concreto celular.

3.10.4. Ensayo de conductividad térmica, resistencia térmica y capacidad térmica específica

Este ensayo se basará en la norma ASTM C177, pero el procedimiento será adaptado a las condiciones y recursos disponibles en la presente investigación. Dado que no se seguirá estrictamente lo establecido en la norma, los resultados obtenidos en este ensayo servirán únicamente como referencia y para proporcionar información, pero no representarán el resultado ideal del concreto celular.

Figura 40

Registro de temperatura.



Nota. Tomada de *conductividad térmica*, de media wiki, 2014, (http://srv2.fis.puc.cl/mediawiki/index.php/Conductividad_T%C3%A9rmica_%28Fis_152%29).

Los muretes a ensayar contarán con las siguientes dimensiones (0.53 m x 0.56 m x 0.08 m). Este método de prueba presenta un procedimiento para determinar la conductividad térmica de objetos sólidos utilizando el método de la placa caliente.

01.- realizado los muretes, se procedió a realizar la medición de algunos parámetros de la máquina, como el amperaje de trabajo de la placa caliente

corriente = 6.9 amp, tensión de la maquina voltaje = 380 v (trifásica) y la resistencia de la placa caliente resistencia = 190 ohm, para ello se usó la pinza amperimétrica, con las cuales se obtuvo dichos resultados.

Figura 41

Medición de tensión de la máquina.



Nota. Medición de la tensión con la pinza amperimétrica.

Figura 42

Medición de la corriente de la placa caliente.



Nota. Medición de la corriente eléctrica con la pinza amperimétrica.

02.- En cada murete se perforó en la parte superior e inferior un pequeño agujero del tamaño del sensor para introducir dicho sensor.

Figura 43

Colocación de los sensores del termómetro digital.



Nota. Lectura tomada con el termómetro digital de las caras del murete.

03.-Se colocó el murete en la mesa de trabajo. Posterior a ello se colocó los sensores en la parte de arriba y abajo, se colocó la placa caliente en la cara superior del murete, iniciando el ensayo.

Figura 44

Medición de temperatura del murete a temperatura ambiente.



Nota. Lectura tomada con el termómetro digital.

Figura 45

Colocación del murete en la mesa de trabajo de la máquina.



Nota. Lectura tomada con el termómetro digital.

04.- la placa caliente fue configurada a una temperatura de trabajo de 90°C configurado la temperatura de la placa caliente, se empezó a registrar los valores de tiempo, temperatura superior, temperatura inferior del murete, los cuales se fueron anotando en hojas de registro.

Figura 46

Panel de control de la máquina, configuración de temperatura de trabajo 90°C.



Nota. Temperatura adecuada para el registro de tiempo.

05.- se repitió el procedimiento para los 4 muretes

Tabla 9

Registro de datos del murete 01

TABLA DE DATOS DE MEDICIÓN							
ítem	Tiempo	Cara Superior	Cara Inferior	Tensión	Corriente	Resistencia	ΔT
	HH:MM:SS	(°C)	(°C)	volt	amp	(Ω)	(°C)
		16.1	16.1	220	6.9	190	0
1	00:06:30	25	16	220	6.9	190	9
2	00:10:30	30	16.1	220	6.9	190	13.9
3	00:18:10	35	16.5	220	6.9	190	18.5
4	00:30:40	40	17.5	220	6.9	190	22.5
5	00:46:21	45	19.1	220	6.9	190	25.9
6	00:57:22	50	20.5	220	6.9	190	29.5
7	01:00:05	55	21.8	220	6.9	190	33.2
8	01:21:00	60	25.1	220	6.9	190	34.9
9	01:27:00	65	27.5	220	6.9	190	37.5
10	01:37:40	70	30.5	220	6.9	190	39.5
11	01:48:35	75	33.8	220	6.9	190	41.2
12	01:59:25	80	37.5	220	6.9	190	42.5
13	02:10:05	85	41.6	220	6.9	190	43.4
14	02:21:00	90	46	220	6.9	190	44

Nota. Obtención de datos registrados del murete 01.

Tabla 10

Registro de datos del murete 02

TABLA DE DATOS DE MEDICIÓN							
ítem	Tiempo	Cara Superior	Cara Inferior	Tensión	Corriente	Resistencia	ΔT
	HH:MM:SS	(°C)	(°C)	volt	amp	(Ω)	(°C)
		16.2	16.2	220	6.9	190	0
1	00:03:02	25	16.3	220	6.9	190	8.7
2	00:04:50	30	16.6	220	6.9	190	13.4
3	00:06:20	35	17.2	220	6.9	190	17.8
4	00:09:03	40	17.7	220	6.9	190	22.3
5	00:13:20	45	18.3	220	6.9	190	26.7
6	00:20:04	50	18.8	220	6.9	190	31.2
7	00:26:45	55	19.5	220	6.9	190	35.5
8	00:35:00	60	20.2	220	6.9	190	39.8
9	00:49:05	65	21.6	220	6.9	190	43.4
10	01:01:07	70	24.7	220	6.9	190	45.3
11	01:16:20	75	27.2	220	6.9	190	47.8
12	01:33:02	80	30.8	220	6.9	190	49.2
13	01:51:52	85	36.2	220	6.9	190	48.8
14	02:12:03	90	43.3	220	6.9	190	46.7

Nota. Obtención de datos registrados del murete 02.

Tabla 11

Registro de datos del murete 03

TABLA DE DATOS DE MEDICIÓN							
ítem	Tiempo	Cara Superior	Cara Inferior	Tensión	Corriente	Resistencia	ΔT
	HH:MM:SS	(°C)	(°C)	volt	amp	(Ω)	(°C)
		18.8	18.3	220	6.9	190	0.5
1	00:01:56	25	18.8	220	6.9	190	6.2
2	00:03:01	30	18.9	220	6.9	190	11.1
3	00:04:13	35	19	220	6.9	190	16
4	00:06:01	40	19	220	6.9	190	21
5	00:09:05	45	19.1	220	6.9	190	25.9
6	00:13:05	50	19.2	220	6.9	190	30.8
7	00:18:27	55	19.3	220	6.9	190	35.7
8	00:24:21	60	19.5	220	6.9	190	40.5
9	00:35:43	65	19.8	220	6.9	190	45.2
10	00:49:47	70	20.5	220	6.9	190	49.5
11	01:02:28	75	21.9	220	6.9	190	53.1
12	01:17:54	80	23.8	220	6.9	190	56.2
13	01:35:31	85	27	220	6.9	190	58
14	01:54:50	90	31	220	6.9	190	59

Nota. Obtención de datos registrados del murete 03.

Tabla 12

Registro de datos del murete 04

TABLA DE DATOS DE MEDICIÓN							
ítem	Tiempo	Cara Superior	Cara Inferior	Tensión	Corriente	Resistencia	ΔT
	HH:MM:SS	(°C)	(°C)	volt	amp	(Ω)	(°C)
		17.6	17.6	380	6.9	190	0
1	00:00:58	25	17.8	380	6.9	190	7.2
2	00:01:10	30	18	380	6.9	190	12
3	00:01:51	35	18.3	380	6.9	190	16.7
4	00:02:12	40	18.5	380	6.9	190	21.5
5	00:03:50	45	18.5	380	6.9	190	26.5
6	00:05:10	50	18.7	380	6.9	190	31.3
7	00:07:41	55	18.8	380	6.9	190	36.2
8	00:10:05	60	19	380	6.9	190	41
9	00:17:00	65	19.2	380	6.9	190	45.8
10	00:31:00	70	19.4	380	6.9	190	50.6
11	00:39:01	75	19.8	380	6.9	190	55.2
12	00:51:20	80	20.4	380	6.9	190	59.6
13	01:05:07	85	21.8	380	6.9	190	63.2
14	01:20:47	90	23.4	380	6.9	190	66.6

Nota. Obtención de datos registrados del murete 04.

Figura 47

Equipo usado para realizar la prueba de la placa caliente.



Nota. Tomada en el lugar de la prueba de la placa caliente.

Figura 48

Se aprecia la prueba de la placa caliente, en el sitio de la prueba acompañado del asesor.



Nota. Se aprecia el equipo de la placa caliente utilizado.



CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1. Proporción adecuada de saponina y resina de pino que se agregara al concreto celular, para elaborar las unidades de albañilería

La proporción adecuada que se están empleando es la siguiente:

La proporción adecuada de saponina y resina de pino es la **PROPORCIÓN N° 03**

4.1.1.1. Variación de temperaturas registradas a las muestras de bloques de concreto tradicional y bloques de concreto celular

Para la obtención de temperaturas de las muestras de bloques de concreto celular, se procedió de la siguiente manera, se recolecto datos de temperatura cada cierto tiempo según tabla 13 una vez que se expuso los bloques en contacto directo al sol, este seguimiento se realizó en diferentes días la cual fue un total de 3 días, esta recolección de datos empezó el día 22 de noviembre al 29 de noviembre.

- 22 de noviembre del 2023
- 28 de noviembre del 2023
- 29 de noviembre del 2023

Tabla 13

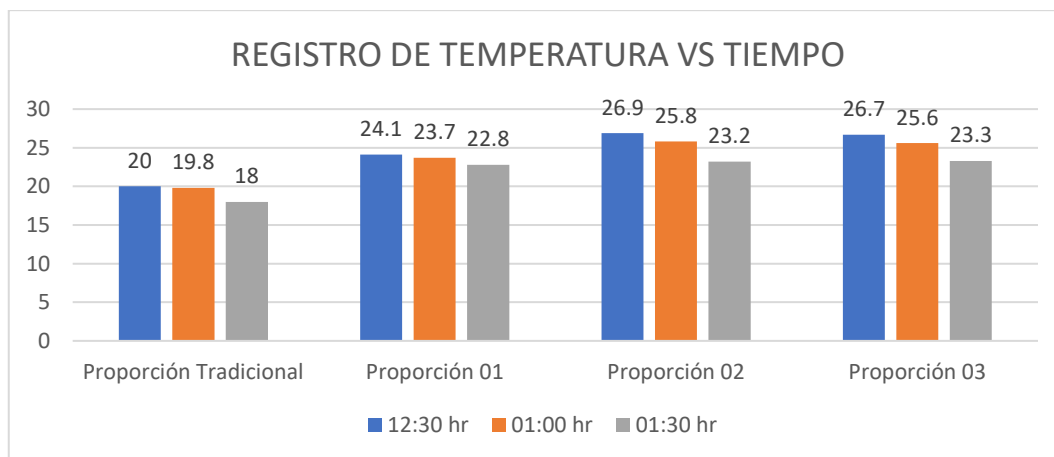
Registro de temperaturas realizada el 22 de noviembre 2023

PROPORCIONES	12:30 hr	01:00 hr	01:30 hr
Proporción Tradicional	20.00	19.80	18.00
Proporción 01	24.10	23.70	22.80
Proporción 02	26.90	25.80	23.20
Proporción 03	26.70	25.60	23.30

Nota. Datos registrados en la variación de temperaturas.

Figura 49

Temperatura vs Tiempo 22 de noviembre 2023.



Nota. Diagrama de barras en donde se aprecia los valores alcanzados de temperatura para cada proporción.

Tabla 14

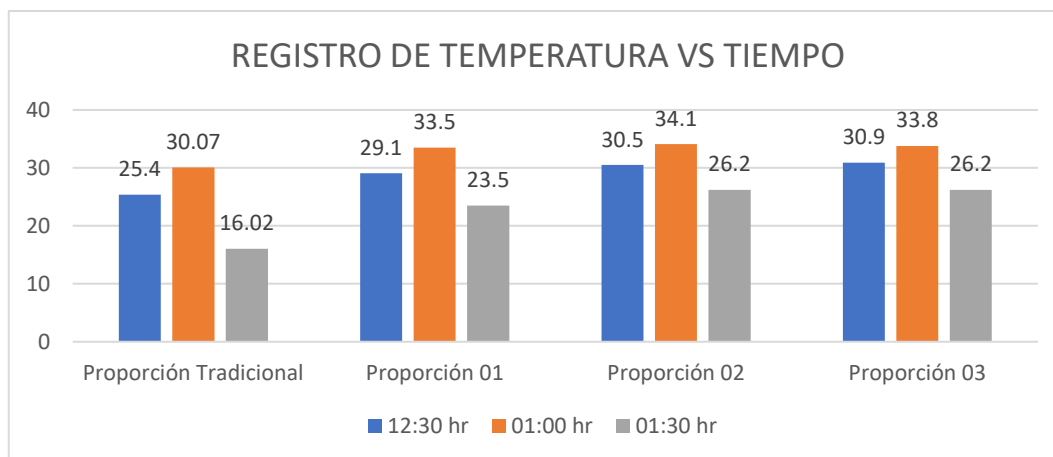
Registro de temperaturas realizada el 28 de noviembre 2023

PROPORCIONES	12:30 hr	01:00 hr	01:30 hr
Proporción Tradicional	25.40	30.07	16.02
Proporción 01	29.10	33.50	23.50
Proporción 02	30.50	34.10	26.20
Proporción 03	30.90	33.80	26.20

Nota. Datos registrados en la variación de temperaturas.

Figura 50

Temperatura vs Tiempo 28 de noviembre 2023.



Nota. Diagrama de barras en donde se aprecia los valores alcanzados de temperatura para cada proporción.

Tabla 15

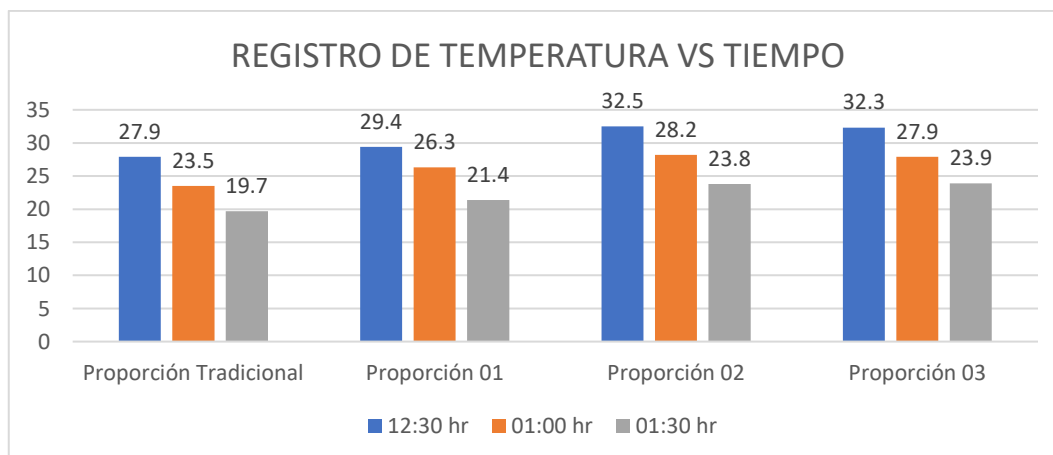
Registro de temperaturas realizada el 29 de noviembre 2023

PROPORCIONES	12:30 hr	01:00 hr	01:30 hr
Proporción Tradicional	27.90	23.50	19.70
Proporción 01	29.40	26.30	21.40
Proporción 02	32.50	28.20	23.80
Proporción 03	32.30	27.90	23.90

Nota. Datos registrados en la variación de temperaturas.

Figura 51

Temperatura vs Tiempo 29 de noviembre 2023.



Nota. Diagrama de barras en donde se aprecia los valores alcanzados de temperatura para cada proporción.

4.1.2. Análisis de ensayo de conductividad térmica

Se construyeron cuatro muretes, cada uno siguiendo una proporción distinta de aditivos. El murete 1 se elaboró siguiendo una proporción tradicional, sin adición de saponina ni resina de pino, considerando los muretes 2, 3 y 4 se fabricaron utilizando las proporciones 01, 02 y 03, respectivamente, incorporando variaciones en los aditivos mencionados en comparación con el murete tradicional.

Para cada murete, se realizaron mediciones precisas de peso, volumen, área superficial y densidad. Posteriormente, se sometieron a un análisis de conductividad térmica utilizando una placa caliente, a lo establecido por la norma ASTM C177. Este ensayo permitió registrar datos críticos tales como la variación de temperatura, la cantidad de calor transferido y el tiempo de transferencia. La determinación de la conductividad térmica se realizó la ecuación de Fourier, mientras que la cuantificación del calor transferido se basó en la potencia calorífica por las resistencias eléctricas, calculada la fórmula $P=V^2/R$.

Tabla 16

Volumen, masa y densidad de los muretes de prueba

Muretes	Dosificación	Volumen	Masa	Densidad
<i>Proporción</i>	<i>Cem: sap: res pin.</i>	<i>M3</i>	<i>kg</i>	<i>Kg/m3</i>
Proporción t.	1:0:0	0.0237	50.20	2118.13
Proporción 01	1:0.05:0.01	0.0237	40.59	1712.5
Proporción 02	1:0.05:0.0125	0.0237	37.33	1575
Proporción 03	1:0.05:0.0165	0.0237	36.60	1541.67

Nota. Valores obtenidos de cada murete.

Los resultados se ajustan a la referencia de conductividad de materiales del R.N.E. 2021, en donde indica que la conductividad térmica del concreto simple es de $1.51 \text{ w/}^\circ\text{c}\cdot\text{m}$.

Tabla 17*Conductividad térmica del murete 01 con la proporción tradicional*

CUADRO DE RESULTADOS					
ítem	Espesor (d)	Potencia(Q)	ΔT	Área (A)	K (w/°C*m)
1	0.08	254.74	9	0.297	7.62
2	0.08	254.74	13.9	0.297	4.94
3	0.08	254.74	18.5	0.297	3.71
4	0.08	254.74	22.5	0.297	3.05
5	0.08	254.74	25.9	0.297	2.65
6	0.08	254.74	29.5	0.297	2.33
7	0.08	254.74	33.2	0.297	2.07
8	0.08	254.74	34.9	0.297	1.97
9	0.08	254.74	37.5	0.297	1.83
10	0.08	254.74	39.5	0.297	1.74
11	0.08	254.74	41.2	0.297	1.67
12	0.08	254.74	42.5	0.297	1.61
13	0.08	254.74	43.4	0.297	1.58
14	0.08	254.74	44	0.297	1.56

Nota. Tabla de conductividades térmicas obtenidas.

Se observa los resultados de la tabla 17 del murete 01 con la proporción tradicional sin resina ni saponina, arrojaron una conductividad de 1.56 W/°c*m.

Tabla 18*Conductividad térmica murete 02 con la proporción 01*

CUADRO DE RESULTADOS					
ítem	Espesor (d)	Potencia(Q)	ΔT	Área (A)	K (w/°C*m)
1	0.08	254.74	8.7	0.297	7.89
2	0.08	254.74	13.4	0.297	5.12
3	0.08	254.74	17.8	0.297	3.85
4	0.08	254.74	22.3	0.297	3.08
5	0.08	254.74	26.7	0.297	2.57
6	0.08	254.74	31.2	0.297	2.2
7	0.08	254.74	35.5	0.297	1.93
8	0.08	254.74	39.8	0.297	1.72
9	0.08	254.74	43.4	0.297	1.58
10	0.08	254.74	45.3	0.297	1.51
11	0.08	254.74	47.8	0.297	1.44
12	0.08	254.74	49.2	0.297	1.39
13	0.08	254.74	48.8	0.297	1.41
14	0.08	254.74	46.7	0.297	1.47

Nota. Tabla de conductividades térmicas obtenidas.

Los resultados del murete 02 con los bloques de proporción 01, con resina

42gr y saponina 200gr, arrojaron una conductividad de $1.47W/^{\circ}c*m$, disminuyendo la conductividad en referencia al murete 01 con la proporción tradicional. Como se puede observar en los resultados del murete 01 y murete 02 la conductividad térmica tiende a disminuir con la incorporación de saponina y resina de pino.

Tabla 19*Conductividad térmica murete 03 con la proporción 02*

CUADRO DE RESULTADOS					
ítem	Espesor (d)	Potencia(Q)	ΔT	Área (A)	K (w/ $^{\circ}C*m$)
1	0.08	254.74	6.2	0.297	11.07
2	0.08	254.74	11.1	0.297	6.18
3	0.08	254.74	16	0.297	4.29
4	0.08	254.74	21	0.297	3.27
5	0.08	254.74	25.9	0.297	2.65
6	0.08	254.74	30.8	0.297	2.23
7	0.08	254.74	35.7	0.297	1.92
8	0.08	254.74	40.5	0.297	1.69
9	0.08	254.74	45.2	0.297	1.52
10	0.08	254.74	49.5	0.297	1.39
11	0.08	254.74	53.1	0.297	1.29
12	0.08	254.74	56.2	0.297	1.22
13	0.08	254.74	58	0.297	1.18
14	0.08	254.74	59	0.297	1.16

Nota. Tabla de conductividades térmicas obtenidas.

Como se puede observar los resultados del murete 03 compuesto por bloques de concreto celular con la proporción 02 de la tabla 19 con saponina 200gr y resina 54gr, arrojaron una conductividad de $1.16 W/^{\circ}c*m$, disminuyendo la conductividad térmica en referencia al murete de proporción tradicional y proporción 01.

Tabla 20

Conductividad térmica murete 04 con proporción 03

CUADRO DE RESULTADOS					
ítem	Espesor (d)	Potencia(Q)	ΔT	Área (A)	K (w/°C*m)
1	0.08	254.74	7.2	0.297	9.53
2	0.08	254.74	12	0.297	5.72
3	0.08	254.74	16.7	0.297	4.11
4	0.08	254.74	21.5	0.297	3.19
5	0.08	254.74	26.5	0.297	2.59
6	0.08	254.74	31.3	0.297	2.19
7	0.08	254.74	36.2	0.297	1.9
8	0.08	254.74	41	0.297	1.67
9	0.08	254.74	45.8	0.297	1.5
10	0.08	254.74	50.6	0.297	1.36
11	0.08	254.74	55.2	0.297	1.24
12	0.08	254.74	59.6	0.297	1.15
13	0.08	254.74	63.2	0.297	1.09
14	0.08	254.74	66.6	0.297	1.03

Nota. Tabla de conductividades térmicas obtenidas.

Los resultados del murete con bloques con la proporción 03, con resina 70gr y saponina 200gr, arrojaron una conductividad de 1.03 W/°c*m, disminuyendo la conductividad térmica en referencia a los muretes anteriores.

Tabla 21

Tabla de conductividad térmica de los muretes

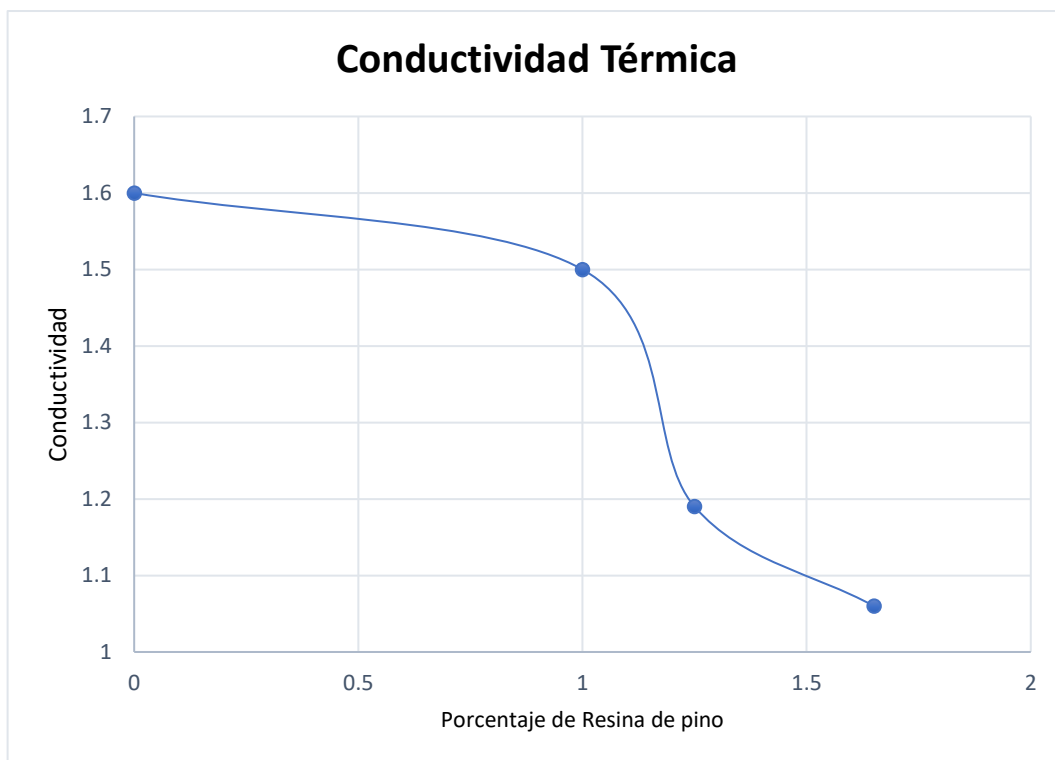
Muretes	Proporción	Porcentaje saponina	Porcentaje resina de pino	Conductividad térmica
<i>proporción</i>	<i>Cemento: saponina: resina</i>	<i>%</i>	<i>%</i>	<i>K (W/°C*m)</i>
Proporción t.	1: 0:0	0	0	1.56
Proporción 01	1: 0.05:0.01	5	1	1.47
Proporción 02	1: 0.05:0.0125	5	1.25	1.16
Proporción 03	1: 0.05:0.0165	5	1.65	1.03

Nota. Resultados obtenidos por dosificación de saponina y resina de pino.

Obtenido el valor de conductividad térmica de los 4 muretes con los bloques a diferentes proporciones, se elaboró un gráfico de conductividad térmica vs el porcentaje de resina pino, en el grafico se observa que al aumentar el porcentaje de resina de pino al concreto disminuye la conductividad térmica.

Figura 52

Conductividad térmica vs porcentaje de resina de pino.



Nota. Curva de conductividad térmica vs porcentaje de resina de pino.

4.1.3. Análisis de ensayo de resistencia térmica y capacidad térmica específica.

Para calcular la resistencia térmica, se tuvo que calcular primeramente la conductividad térmica, para emplearlas en las fórmulas.

Tabla 22

Tabla de resistencia térmica de los muretes

Muretes	Porcentaje saponina	Porcentaje resina de pino	Conductividad Térmica	Resistencia Térmica
<i>proporción</i>	%	%	$K (W/^{\circ}C*m)$	$R (^{\circ}C*m/W)$
Proporción t.	0	0	1.56	0.173
Proporción 01	5	1	1.47	0.183
Proporción 02	5	1.25	1.16	0.232
Proporción 03	5	1.65	1.03	0.262

Nota. Conductividades térmicas y resistencias térmicas de los muretes.

Como se puede observar los resultados de la tabla 22, se obtuvo una

resistencia de $0.173 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{m}/\text{W}$ para la proporción t, $0.183 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{m}/\text{W}$ para la proporción 01, $0.232 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{m}/\text{W}$ para la proporción 02 y $0.262 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{m}/\text{W}$ para la proporción 03.

Para el cálculo de la capacidad térmica específica se tuvo que convertir el tiempo que demora la cara superior en igualar a la temperatura de la placa caliente en segundos, dato necesario para calcular dicho parámetro.

Figura 53

Resistencia térmica vs porcentaje de resina de pino.



Nota. Curva de resistencia térmica en función del porcentaje añadido.

Tabla 23

Tabla de capacidad térmica específica de los muretes

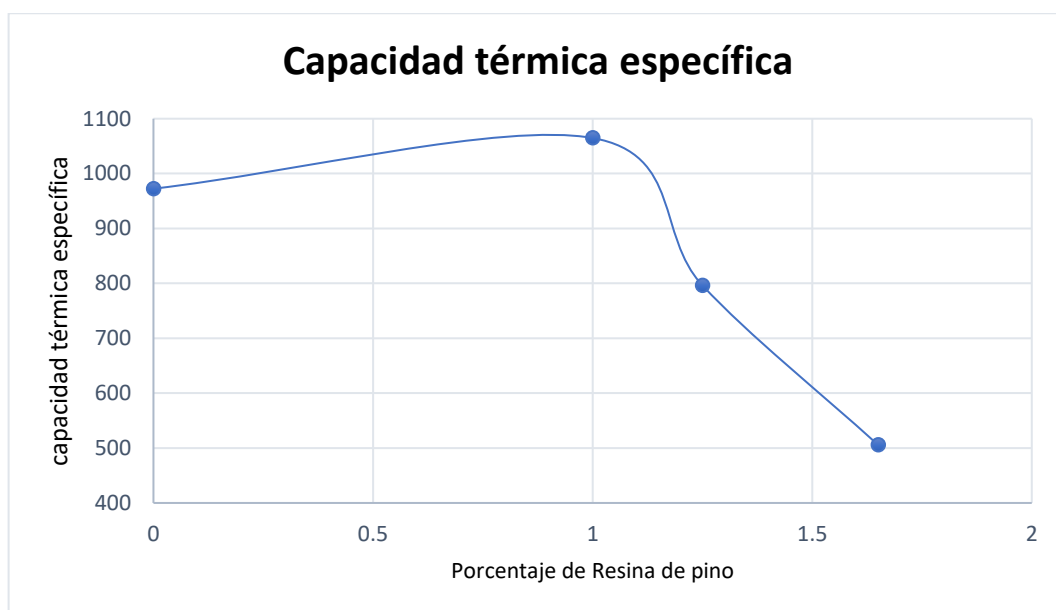
Muretes	Porcentaje saponina	Porcentaje resina de pino	Tiempo	Transferencia Calor	Capacidad Térmica Específica
<i>Proporción</i>	%	%	<i>seg</i>	<i>(W)</i>	<i>c (j/kg*°C)</i>
Proporción t.	0	0	8460	254.74	975.69
Proporción 01	5	1	7923	254.74	1064.76
Proporción 02	5	1.25	6890	254.74	796.90
Proporción 03	5	1.65	4847	254.74	506.54

Nota. Capacidades térmicas específicas de las proporciones.

Como se puede observar los resultados de la tabla 23, se obtuvo una capacidad térmica específica de 975.69 j/kg*°c para la proporción t., 1064.76 j/kg*°c para la proporción 01, 796.90 j/kg*°c para la proporción 02 y 506.54 j/kg*°c para la proporción 03.

Figura 54

Capacidad térmica específica vs porcentaje de resina de pino.



Nota. Curva de capacidad térmica específica en función del porcentaje añadido.

4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos al incorporar la saponina y resina de pino se muestran en la tabla 24, en donde se ve la disminución de la conductividad térmica, el aumento de valor de la resistencia térmica y disminución de la capacidad térmica específica, lo que muestra una mejora en las propiedades de aislamiento térmico del material.

Tabla 24*Tabla de resultados*

Muretes	Porcentaje Resina Pino	Conductividad Térmica	Resistencia Térmica	Capacidad Térmica Específica
<i>Proporción</i>	%	<i>K (W/°C*m)</i>	<i>R (°C*m/W)</i>	<i>c (j/kg*°C)</i>
Proporción t.	0	1.56	0.173	975.69
Proporción 01	1	1.47	0.183	1064.76
Proporción 02	1.25	1.16	0.232	796.90
Proporción 03	1.65	1.03	0.262	506.54

Nota. Resultados de los parámetros térmicos de los muretes.

En la investigación “Efecto de las cenizas volantes y la resina de pino sobre las propiedades de hormigones con áridos de arcilla expandida” del autor (Bicer, 2021), se muestran los siguientes resultados mostrados en la tabla 25.

Tabla 25*Conductividad térmica de (Bicer, 2021)*

ítem	Cemento %	Resina de pino %	Densidad (Kg/m ³)	Conductividad térmica (W/mK)
1	100	1	1.596	0.475
2	100	1.11	1.391	0.405
3	100	1.25	1.202	0.363
4	100	1.43	1.011	0.312
5	100	1.67	0.827	0.258
6	100	2	0.765	0.202

Nota. Tomada de *The effect of fly ash and pine tree resin on thermo-mechanical properties of concretes with expanded clay aggregates*, (Bicer, 2021), (<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00624>).

Se observa una reducción en la conductividad térmica al aumentar el porcentaje de resina de pino en la mezcla, aunque existen discrepancias en los valores entre los resultados obtenidos y los de otras investigaciones, como la de



Bicer (2021), que utiliza áridos de arcilla expandida en lugar de agregado fino. La arcilla expandida, al ser porosa, mejora las propiedades térmicas del concreto al reducir la transferencia de calor a través de las estructuras, lo que puede resultar en un mejor aislamiento térmico y, por ende, en menores costos de calefacción y refrigeración.

Por lo que mostrado en la tabla 25 en comparación a la tabla 24, la conductividad térmica de dicho autor tendrá como resultados valores menores a los resultados obtenidos en esta investigación, ya que añade áridos de arcilla expandida lo mejora las propiedades térmicas del concreto.

En la investigación de Bicer & Celik (2020), se observa una disminución en la conductividad térmica al agregar un 1% de resina, con variaciones de 0.018 W/m[°]K a 0.034 W/m[°]K. En nuestro estudio, al agregar un 1% de resina de pino, se logró una reducción de 0.09 W/m[°]C, superando ligeramente la disminución observada en la investigación anterior. Esta variación podría atribuirse a los materiales utilizados en la composición del concreto, ya que en nuestra investigación también incorporamos un 5% de saponina a cada muestra.

Cabe mencionar que los resultados de demás investigadores en su mayoría optan por agregados que son ligeros en cuanto al peso y que tienden propiedades de buen aislamiento térmico, por lo que reducen aún más la conductividad térmica.



CONCLUSIONES

- Primera.** La presente investigación se realizó para tener el conocimiento del comportamiento de la conducción térmica, resistencia térmica y capacidad térmica de los bloques de concreto celular usando como aditivo espumante saponina y resina de pino, con todos los resultados obtenidos se puede concluir que dichos bloques usando como aditivos espumantes a la saponina y resina de pino mejoran las propiedades térmicas, por lo cual el bloque puede considerarse una unidad de albañilería con un buen comportamiento de aislante térmico.
- Segunda.** De acuerdo a los resultados que se obtuvo durante la presente investigación, la dosificación adecuada la presenta la proporción 03 con una dosificación de (100% cemento, 5% saponina, 1.65% resina de pino), ya que es la que tiene una conductividad térmica baja, una buena resistencia térmica y capacidad térmica específica más baja entre todas las proporciones ensayadas.
- Tercera.** La conductividad térmica obtenida en la proporción 03 fue de 1.03 W/°c*m, la cual disminuyó con respecto a la muestra patrón sin incorporación de saponina y resina de pino, lo que se considera un resultado adecuado ya que al tener menor conductividad térmica el bloque no permitirá una variación de temperaturas considerables cuando estas sean usadas en viviendas.
- Cuarta.** En cuanto a la resistencia térmica obtenida en la proporción 03 fue de 0.262 °C*m/W, la mayor con respecto a las demás muestras, Por



lo tanto, el bloque exhibirá una alta resistencia térmica frente a variaciones en la temperatura de ingreso. En cuanto a la capacidad térmica específica, para la proporción 03 se obtuvo $506.54 \text{ j/kg}^{\circ}\text{c}$ menor a todas las muestras, lo que nos indica que el bloque absorberá o liberará en menor cantidad la energía calorífica absorbida.



RECOMENDACIONES

- Primera.** Se recomienda futuros investigadores realizar una investigación que trate de abarcar la influencia en el aislamiento acústico usando estos aditivos en el concreto.
- Segunda.** Se recomienda futuros investigadores realizar una investigación de la influencia en la conductividad térmica usando un porcentaje de adición de resina de pino más elevada para llegar hasta el punto más bajo la cual puede alcanzar dicha conductividad térmica.
- Tercera.** Se sugiere a los investigadores futuros llevar a cabo un estudio que evalúe las propiedades físicas y mecánicas al utilizar estos aditivos en el concreto, con el fin de determinar su viabilidad como unidad de albañilería estructural.
- Cuarta.** Se sugiere a los investigadores futuros que utilicen arena sin impurezas y proveniente de ríos por el canto rodado, lo que ayuda a prevenir la ruptura de las burbujas de espuma durante el proceso.
- Quinta.** Es fundamental contar con los materiales y equipos, debidamente calibrados, para garantizar un control de los procesos durante la elaboración de los bloques. Esto asegura la fiabilidad y el correcto funcionamiento de los equipos durante la elaboración, minimizando posibles fallos.
- Sexta.** Se aconseja utilizar moldes para la fabricación de los bloques que estén recubiertos con un material plastificante, ya que de lo contrario puede surgir dificultades al desmoldarlos.
- Séptima.** Se recomienda a futuros investigadores que al realizar los muretes estos tengan una superficie lisa para que tenga un contacto uniforme en dicha cara a si no haya variación de resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alam, A., & Hu, J. (2023). Mechanical properties and energy absorption capacity of plain and fiber-reinforced single- and multi-layer cellular concrete. *Construction and Building Materials*, 394, 132154.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.132154>
- Aranibar Tito, G. M. (2017). Efecto inhibitorio de la saponina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la flora fúngica natural e inducida de *Penicillium digitatum* en naranjas (*Citrus sinensis*). *Universidad Nacional del Altiplano*. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/5813>
- Araoz Escobedo, T. A., & Velezmoro Girón, J. P. (2012). *Reforzamiento de viviendas existentes construidas con muros confinados hechos con ladrillos pandereta -segunda etapa-* [Pontificia Universidad Católica del Peru]. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/1203>
- Barbudo, M. Á. S. (2014). *Introducción a la fabricación y normalización del cemento Portland*. Union de Editoriales Universitarias Españolas.
https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/45347/1/2014_Sanjuan_Chinchon_Cemento-Portland.pdf
- Bicer, A. (2021). The effect of fly ash and pine tree resin on thermo-mechanical properties of concretes with expanded clay aggregates. *Case Studies in Construction Materials*, 15, e00624.
<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00624>
- Bicer, A., & Celik, N. (2020). Influence of pine resin on thermo-mechanical properties of pumice-cement composites. *Cement and Concrete Composites*, 112, 103668.
<https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2020.103668>



- Cordova Flores, M. A., & Flores Roque, J. D. (2021). Análisis comparativo de Las Propiedades mecánicas del concreto celular para optimizar el diseño utilizando aditivo espumante y polvo de aluminio. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66841>
- Donald, D. M., Valencia, E. F., Cuyos, M., & Dueñas, R. (2005). Extracción, identificación y evaluación de saponinas en *Agaricus Bisporus*. *Biotempo*, 5, 3-36. <https://doi.org/10.31381/biotempo.v5i0.889>
- Eurolab. (2023). *Método de prueba estándar ASTM C177 para mediciones de flujo de calor en estado estacionario y propiedades de conducción térmica con un aparato de placa caliente blindada*.
<https://www.laboratuar.com/es/>
- Foncodes. (2019). *Mi Abrigo*. Foncodes.
<https://www.foncodes.gob.pe/portante/index.php/transparencia-institucional/ley-de-transparencia/itemlist/category/186-mi-abrigo>
- Gallo Corredor, J., & Sarria Villa, R. A. (2013). *Obtención de Colofonia y Trementina a Partir de Resina de Pino de la Especie patula y Posterior Evaluación de los Parámetros de Calidad*. 5.
- Gencil, O., Nodehi, M., Bozkurt, A., Sarı, A., & Ozbakkaloglu, T. (2023). The use of computerized tomography (CT) and image processing for evaluation of the properties of foam concrete produced with different content of foaming agent and aggregate. *Construction and Building Materials*, 399, 132433.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.132433>
- Hashim, M., & Tantray, M. (2021). Comparative study on the performance of



protein and synthetic-based foaming agents used in foamed concrete.

Case Studies in Construction Materials, 14, e00524.

<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00524>

Holcim. (2023). *Agregados Finos Arena no lavada*. holcim ecuador.

<https://www.holcim.com.ec/agregados-arena-no-lavada>

Jorge Molina, W. (2017). *Incidencia del jabón líquido en sus propiedades mecánicas y termoacústicas del bloque de concreto celular, como unidad de albañilería no estructural para la ciudad de Ayacucho* [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].

<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5787>

Lazo Arraya, J. (2017). *Diseño de concreto celular para diferentes densidades, análisis de sus propiedades y sus aplicaciones*.

<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2381>

Navacerrada, M. Á., Prida, D. de la, Sesmero, A., Pedrero, A., Gómez, T., & Fernández-Morales, P. (2021). Comportamiento acústico y térmico de materiales basados en fibras naturales para la eficiencia energética en edificación. *Informes de la Construcción*, 73(561), Article 561.

<https://doi.org/10.3989/ic74558>

Oxford. (2023). *water_1 noun—Definition, pictures, pronunciation and usage notes* | *Oxford Advanced Learner's Dictionary at*

OxfordLearnersDictionaries.com. Oxford learner's Dictionaries.

https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/us/definition/english/water_1?q=water

Palacios Vázquez, A. L., & Maza Villalobos, S. (2021). *Resina: El oro líquido*.

Sabermás. <https://www.sabermas.umich.mx/secciones/articulos/1091->



resina-el-oro-liquido.html

Pesántes Moyano, M. P. (2012). *CONFORT TÉRMICO en el área social de una vivienda unifamiliar en CUENCA-ECUADOR* [UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE ARTES ESCUELA DE DISEÑO].

<https://core.ac.uk/download/pdf/38647532.pdf>

sika. (2015). *Agente espumante*. Sika Perú.

<https://per.sika.com/es/construccion/aditivos-concreto/aditivos-concreto-premezclado/agente-espumante.html>

Varghese, A., & Unnikrishnan, S. (2023). Mechanical strength of coconut fiber reinforced concrete. *Materials Today: Proceedings*.

<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.05.637>

Yang, Q., Zhu, P., Wu, X., & Huang, S. (2000). Properties of concrete with a new type of saponin air-entraining agent. *Cement and Concrete Research*, 30(8), 1313-1317. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(00\)00340-9](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(00)00340-9)

Zamora Terrones, L. P. (2015). Diseño de un bloque de concreto celular y su aplicación como unidad de albañilería no estructural. *Universidad Nacional de Cajamarca*.

<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/643>



ANEXOS



MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CELULAR

AUTOR: Bach. GOTTFRIED WILHELM YERBA QUISPE

ASESOR: Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	INDICADORES	VALOR	METODOLOGÍA
¿De qué manera influirá la incorporación de saponina y resina de pino usadas como aditivo, en la conductividad térmica de unidades de albañilería, elaborada de concreto celular?	Explicar la influencia de la incorporación de saponina y resina de pino usadas como aditivo, en la conductividad térmica, de unidades de albañilería, elaborada de concreto celular.	Al determinar la influencia de la incorporación de la saponina y resina de pino como aditivo en la conductividad térmica de las unidades de albañilería, elaborada de concreto celular. Se obtendrá valores óptimos en cuanto a la conductividad térmica de dichas unidades de albañilería.	Variable independiente Saponina y resina de pino (5:1)	% en peso	<ul style="list-style-type: none"> • 0% • 1% • 1.25% • 1.65% 	Tipo de investigación: Aplicada Diseño de investigación: Experimental - Cuasiexperimental Nivel de investigación: Explicativo Enfoque: Cuantitativo Población: Muros de bloques de concreto en la ciudad de Juliaca Muestra: Muro con bloques de concreto celular Técnica: Técnicas de recolección de datos Instrumento de investigación: Norma ASTM C177 Registro de temperatura Fichas de ensayos experimentales
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECIFICO	HIPÓTESIS ESPECIFICAS	VARIABLES	INDICADORES	VALOR	
¿Cuál es la proporción adecuada de saponina y resina de pino que se agregara al concreto celular, empleado en la producción de unidades de albañilería, para mejorar su capacidad de aislamiento térmico?	Determinar la proporción adecuada de saponina y resina de pino que se agregara al concreto celular, empleado en la producción de unidades de albañilería, para mejorar su capacidad de aislamiento térmico.	La proporción adecuada de saponina y resina de pino que se agregará al concreto celular para elaborar las unidades de albañilería, nos permitirá definir la proporción adecuada de saponina y resina a agregar al concreto celular.	Variable dependiente			
¿Cuál es la conductividad térmica de un sistema de albañilería conformado por unidades de albañilería de concreto celular usando como aditivo la saponina y resina de pino?	Determinar la conductividad térmica de un sistema de albañilería conformado por unidades de albañilería de concreto celular usando como aditivo incorporador de aire la saponina.	La incorporación de la saponina y resina de pino como aditivo aireador, tendrá una mejora en la conductividad térmica de un muro conformado de unidades de albañilería de concreto celular con respecto a unidades de albañilería compuestos por bloques de concreto tradicional.	Conductividad Térmica	<i>K</i>	$W/m \cdot ^\circ K$	
¿Cuál es la resistencia térmica y capacidad térmica de un sistema de albañilería conformado por unidades de albañilería de concreto celular usando como aditivo la saponina y resina de pino?	Determinar la resistencia térmica y capacidad térmica de un sistema de albañilería conformado por unidades de albañilería de concreto celular usando como aditivo incorporador de aire la saponina.	La incorporación de la saponina y resina de pino como aditivo aireador, tendrá una mejora en la resistencia térmica y capacidad térmica de un muro conformado de unidades de albañilería de concreto celular con respecto a unidades de albañilería compuestos por bloques de concreto tradicional.	Resistencia Térmica	<i>R</i>	$W/^\circ K$	
			Capacidad Térmica	<i>C</i>	$J/kg \cdot ^\circ C, \text{ o } J/kg \cdot ^\circ K$	

TESIS : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CELULAR

MÉTODO : Placa Caliente

UBICACIÓN : Juliaca – Puno – Perú

SOLICITANTE : Bach. Gottfried Wilhelm Yerba Quispe

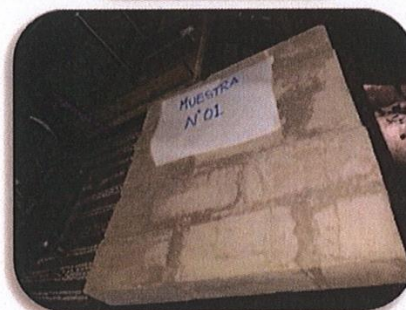
FECHA : Marzo 2024

MUESTRA : M - 01

DIMENSIÓN A ESCALA DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	
Largo	: 0.2 m
Ancho	: 0.08 m
Altura	: 0.1 m



CARACTERÍSTICAS DEL MURETE 01		
Largo	m	0.56
Ancho	m	0.53
Altura	m	0.08
Área	m ²	0.297
Volumen	m ³	0.0237
Masa	kg	50.20
Densidad	kg/m ³	2118.13



Diseño característico de la muestra x unidad

Cemento	: 4.3 kg
Agregado fino	: 12.8 kg
Saponina/Resina de pino	: 0
Aditivo acelerante	: 0

PARÁMETROS	TERMOFORMADORA DE PLACA CALIENTE A PRESIÓN
<p>Parámetros de medición</p> <p>Termocupla: tipo j Temperatura: 0 – 400 °C Voltaje: 380 v Resistencia de placa: 190 Ω Presión máx.: 10 bar Carrera de pistones: 25 cm Dimensión placa caliente: 0.6m*0.6m Temperatura de trabajo de la placa: 90°C</p> <p>Unidad de presión de la placa caliente:</p> <p>Temporizador Pirómetro de temperatura Presión de trabajo 60 psi</p>	

RESPONSABLE DEL EQUIPO

Ing. Juan Jose Rodriguez Flores

INGENIERO CIVIL
CIP. N° 96726

Mgr. Fritz Willy Mamani Apaza

INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 70930



TESIS : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CELULAR

MÉTODO : Placa Caliente

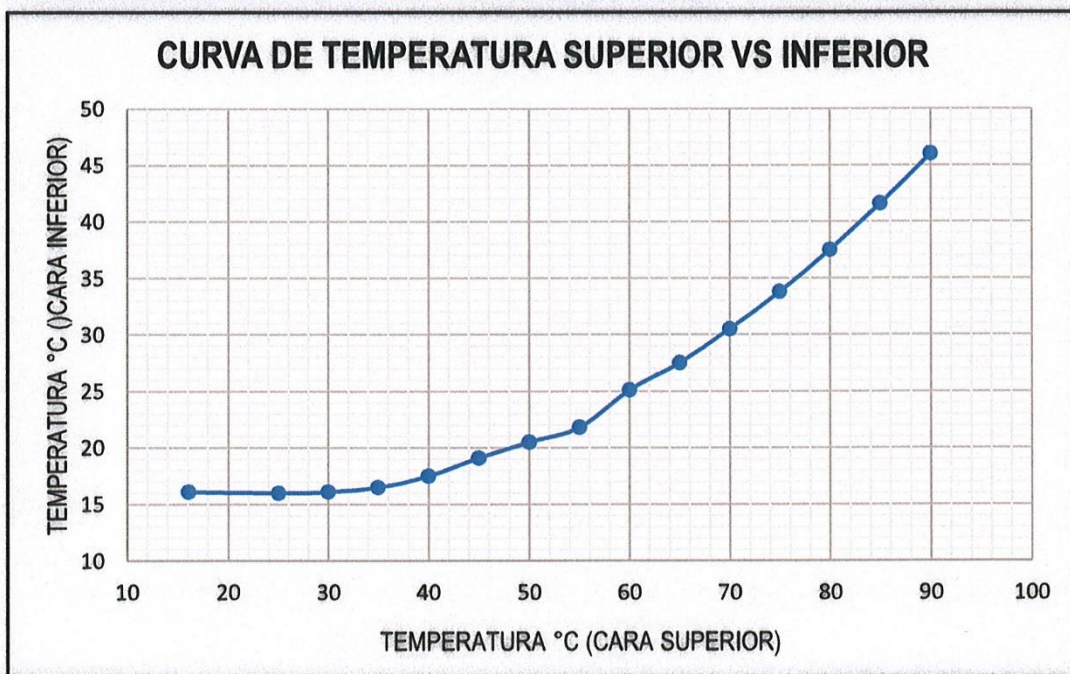
UBICACIÓN : Juliaca – Puno – Perú

SOLICITANTE : Bach. Gottfried Wilhelm Yerba Quispe

FECHA : Marzo 2024

MUESTRA : M – 01

TABLA DE DATOS DE MEDICIÓN							
Ítem	Tiempo	Cara Superior	Cara Inferior	Tensión	Corriente	Resistencia	ΔT
	HH:MM:SS	(°C)	(°C)	volt	amp	(Ω)	(°C)
		16.1	16.1	220	6.9	190	0
1	00:06:30	25	16	220	6.9	190	9
2	00:10:30	30	16.1	220	6.9	190	13.9
3	00:18:10	35	16.5	220	6.9	190	18.5
4	00:30:40	40	17.5	220	6.9	190	22.5
5	00:46:21	45	19.1	220	6.9	190	25.9
6	00:57:22	50	20.5	220	6.9	190	29.5
7	01:00:05	55	21.8	220	6.9	190	33.2
8	01:21:00	60	25.1	220	6.9	190	34.9
9	01:27:00	65	27.5	220	6.9	190	37.5
10	01:37:40	70	30.5	220	6.9	190	39.5
11	01:48:35	75	33.8	220	6.9	190	41.2
12	01:59:25	80	37.5	220	6.9	190	42.5
13	02:10:05	85	41.6	220	6.9	190	43.4
14	02:21:00	90	46	220	6.9	190	44



RESPONSABLE DEL EQUIPO

Ing. Juan José Rodríguez Flores

INGENIERO CIVIL

CIP. N° 96726

Mgr. Fritz Willy Mamani Apaza

INGENIERO CIVIL

Reg. del Colegio de Ingenieros N° 70930

TESIS : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CELULAR

MÉTODO : Placa Caliente

UBICACIÓN : Juliaca – Puno – Perú

SOLICITANTE : Bach. Gottfried Wilhelm Yerba Quispe

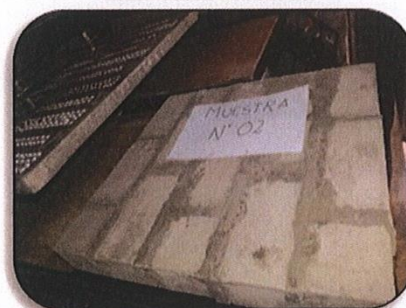
FECHA : Marzo 2024

MUESTRA : M - 02

DIMENSIÓN A ESCALA DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	
Largo	: 0.2 m
Ancho	: 0.08 m
Altura	: 0.1 m



CARACTERÍSTICAS DEL MURETE 02		
Largo	m	0.56
Ancho	m	0.53
Altura	m	0.08
Área	m ²	0.297
Volumen	m ³	0.0237
Masa	kg	40.59
Densidad	kg/m ³	1712.5



Diseño característico de la muestra x unidad

Cemento	: 4.3 kg
Agregado fino	: 12.8 kg
Saponina/Resina de pino	: 200 gr, 42 gr
Aditivo acelerante	: 2.6 kg

PARÁMETROS	TERMOFORMADORA DE PLACA CALIENTE A PRESIÓN
<p>Parámetros de medición</p> <p>Termocupla: tipo j</p> <p>Temperatura: 0 – 400 °C</p> <p>Voltaje: 380 v</p> <p>Resistencia de placa: 190 Ω</p> <p>Presión máx.: 10 bar</p> <p>Carrera de pistones: 25 cm</p> <p>Dimensión placa caliente: 0.6m*0.6m</p> <p>Temperatura de trabajo de la placa: 90°C</p> <p>Unidad de presión de la placa caliente:</p> <p>Temporizador</p> <p>Pirómetro de temperatura</p> <p>Presión de trabajo 60 psi</p>	

RESPONSABLE DEL EQUIPO

Ing. Juan José Rodríguez Flores

INGENIERO CIVIL

CIP. N° 96724

Mgr. Fritz Willy Mamani Apaza

INGENIERO CIVIL

Reg. del Colegio de Ingenieros N° 70930



TESIS : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CELULAR

MÉTODO : Placa Caliente

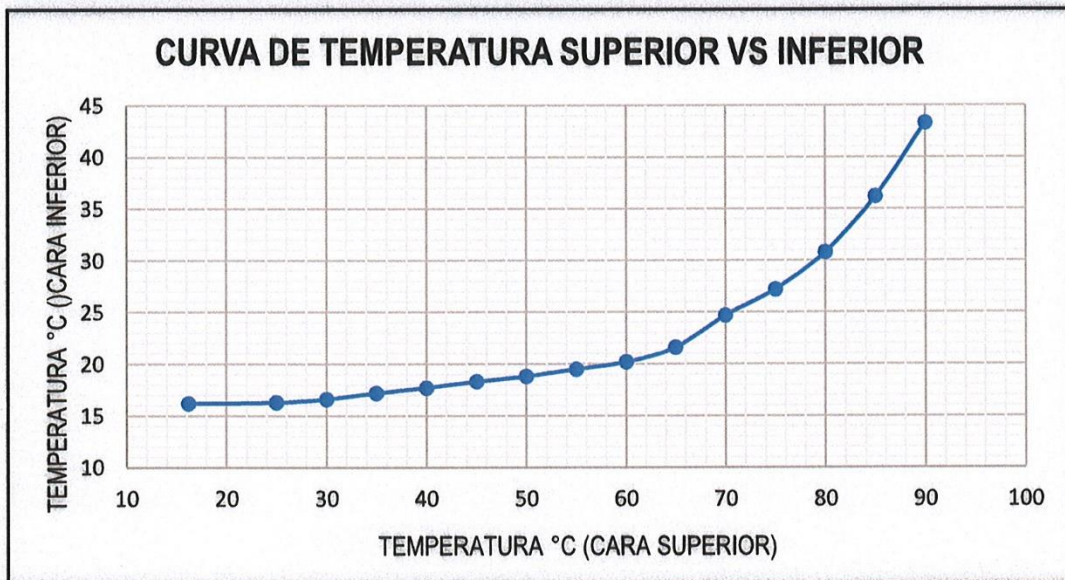
UBICACIÓN : Juliaca – Puno – Perú

SOLICITANTE : Bach. Gottfried Wilhelm Yerba Quispe

FECHA : Marzo 2024

MUESTRA : M - 02

TABLA DE DATOS DE MEDICIÓN							
Ítem	Tiempo HH:MM:SS	Cara Superior (°C)	Cara Inferior (°C)	Tensión volt	Corriente amp	Resistencia (Ω)	ΔT (°C)
		16.2	16.2	220	6.9	190	0
1	00:03:02	25	16.3	220	6.9	190	8.7
2	00:04:50	30	16.6	220	6.9	190	13.4
3	00:06:20	35	17.2	220	6.9	190	17.8
4	00:09:03	40	17.7	220	6.9	190	22.3
5	00:13:20	45	18.3	220	6.9	190	26.7
6	00:20:04	50	18.8	220	6.9	190	31.2
7	00:26:45	55	19.5	220	6.9	190	35.5
8	00:35:00	60	20.2	220	6.9	190	39.8
9	00:49:05	65	21.6	220	6.9	190	43.4
10	01:01:07	70	24.7	220	6.9	190	45.3
11	01:16:20	75	27.2	220	6.9	190	47.8
12	01:33:02	80	30.8	220	6.9	190	49.2
13	01:51:52	85	36.2	220	6.9	190	48.8
14	02:12:03	90	43.3	220	6.9	190	46.7



RESPONSABLE DEL EQUIPO

Juan José Rodríguez Flores

INGENIERO CIVIL
CIP. N° 96726

Mgr. Fritz Willy Mamani Apaza

INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 70930

TESIS : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CELULAR

MÉTODO : Placa Caliente

UBICACIÓN : Juliaca – Puno – Perú

SOLICITANTE : Bach. Gottfried Wilhelm Yerba Quispe

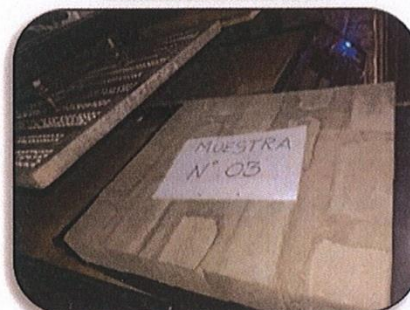
FECHA : Marzo 2024

MUESTRA : M - 03

DIMENSIÓN A ESCALA DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	
Largo	: 0.2 m
Ancho	: 0.08 m
Altura	: 0.1 m



CARACTERÍSTICAS DEL MURETE 03		
Largo	m	0.56
Ancho	m	0.53
Altura	m	0.08
Área	m ²	0.297
Volumen	m ³	0.0237
Masa	kg	37.33
Densidad	kg/m ³	1575



Diseño característico de la muestra x unidad

Cemento	: 4.3 kg
Agregado fino	: 12.8 kg
Saponina/Resina de pino	: 200 gr, 54 gr
Aditivo acelerante	: 2.6 kg

PARÁMETROS	TERMOFORMADORA DE PLACA CALIENTE A PRESIÓN
<p>Parámetros de medición</p> <p>Termocupla: tipo j</p> <p>Temperatura: 0 – 400 °C</p> <p>Voltaje: 380 v</p> <p>Resistencia de placa: 190 Ω</p> <p>Presión máx.: 10 bar</p> <p>Carrera de pistones: 25 cm</p> <p>Dimensión placa caliente: 0.6m*0.6m</p> <p>Temperatura de trabajo de la placa: 90°C</p> <p>Unidad de presión de la placa caliente:</p> <p>Temporizador</p> <p>Pirómetro de temperatura</p> <p>Presión de trabajo 60 psi</p>	

RESPONSABLE DEL EQUIPO

Ing. Juan José Rodríguez Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 96726

Mgtr. Fritz Willy Mamani Apaza
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 70930



TESIS : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CELULAR

MÉTODO : Placa Caliente

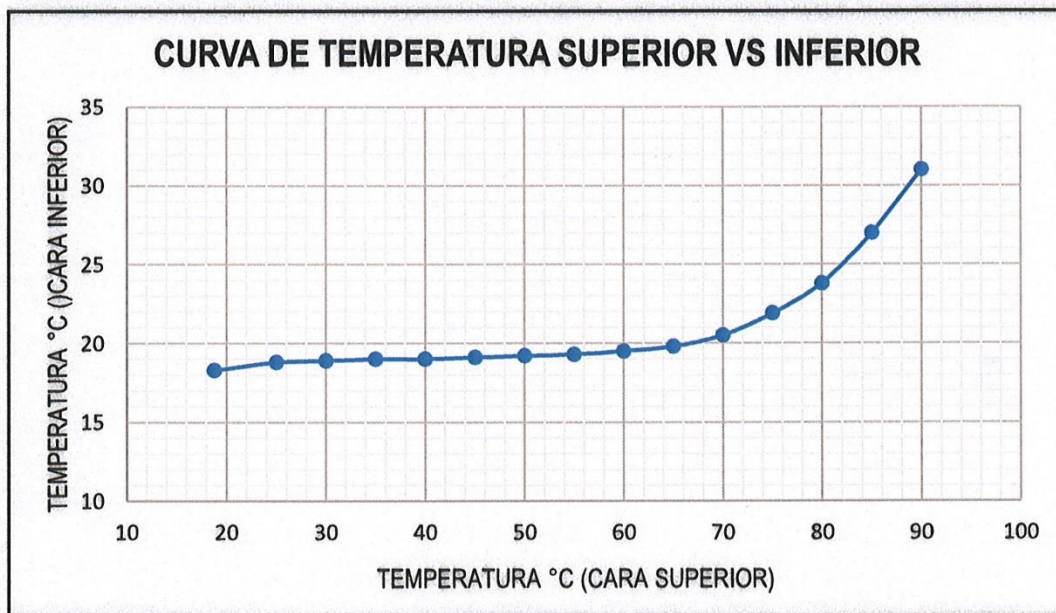
UBICACIÓN : Juliaca – Puno – Perú

SOLICITANTE : Bach. Gottfried Wilhelm Yerba Quispe

FECHA : Marzo 2024

MUESTRA : M - 03

TABLA DE DATOS DE MEDICIÓN							
Ítem	Tiempo	Cara Superior	Cara Inferior	Tensión	Corriente	Resistencia	ΔT
	HH:MM:SS	(°C)	(°C)	volt	amp	(Ω)	(°C)
		18.8	18.3	220	6.9	190	0.5
1	00:01:56	25	18.8	220	6.9	190	6.2
2	00:03:01	30	18.9	220	6.9	190	11.1
3	00:04:13	35	19	220	6.9	190	16
4	00:06:01	40	19	220	6.9	190	21
5	00:09:05	45	19.1	220	6.9	190	25.9
6	00:13:05	50	19.2	220	6.9	190	30.8
7	00:18:27	55	19.3	220	6.9	190	35.7
8	00:24:21	60	19.5	220	6.9	190	40.5
9	00:35:43	65	19.8	220	6.9	190	45.2
10	00:49:47	70	20.5	220	6.9	190	49.5
11	01:02:28	75	21.9	220	6.9	190	53.1
12	01:17:54	80	23.8	220	6.9	190	56.2
13	01:35:31	85	27	220	6.9	190	58
14	01:54:50	90	31	220	6.9	190	59



RESPONSABLE DEL EQUIPO

Ing. Juan José Rodríguez Flores

INGENIERO CIVIL

CIP. N° 96726

Mgr. Fritz Willy Mamani Apaza

INGENIERO CIVIL

Reg. del Colegio de Ingenieros N° 70930

TESIS : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CELULAR

MÉTODO : Placa Caliente

UBICACIÓN : Juliaca – Puno – Perú

SOLICITANTE : Bach. Gottfried Wilhelm Yerba Quispe

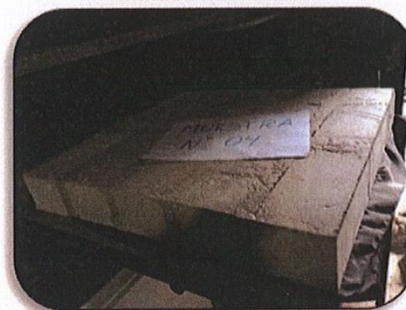
FECHA : Marzo 2024

MUESTRA : M - 04

DIMENSIÓN A ESCALA DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	
Largo	: 0.2 m
Ancho	: 0.08 m
Altura	: 0.1 m



CARACTERÍSTICAS DEL MURETE 04		
Largo	m	0.56
Ancho	m	0.53
Altura	m	0.08
Área	m ²	0.297
Volumen	m ³	0.0237
Masa	kg	36.60
Densidad	kg/m ³	1541.67



Diseño característico de la muestra x unidad

Cemento	: 4.3 kg
Agregado fino	: 12.8 kg
Saponina/Resina de pino	: 200 gr, 70 gr
Aditivo acelerante	: 2.6 kg

PARÁMETROS	TERMOFORMADORA DE PLACA CALIENTE A PRESIÓN
<p>Parámetros de medición</p> <p>Termocupla: tipo j</p> <p>Temperatura: 0 – 400 °C</p> <p>Voltaje: 380 v</p> <p>Resistencia de placa: 190 Ω</p> <p>Presión máx.: 10 bar</p> <p>Carrera de pistones: 25 cm</p> <p>Dimensión placa caliente: 0.6m*0.6m</p> <p>Temperatura de trabajo de la placa: 90°C</p> <p>Unidad de presión de la placa caliente:</p> <p>Temporizador</p> <p>Pirómetro de temperatura</p> <p>Presión de trabajo 60 psi</p>	

RESPONSABLE DEL EQUIPO

Ing. Juan Jose Rodriguez Flores

INGENIERO CIVIL

CIP. N° 96726

Mgtr. Fritz Willy Mamani Apaza

INGENIERO CIVIL

Reg. del Colegio de Ingenieros N° 70930



TESIS : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CELULAR

MÉTODO : Placa Caliente

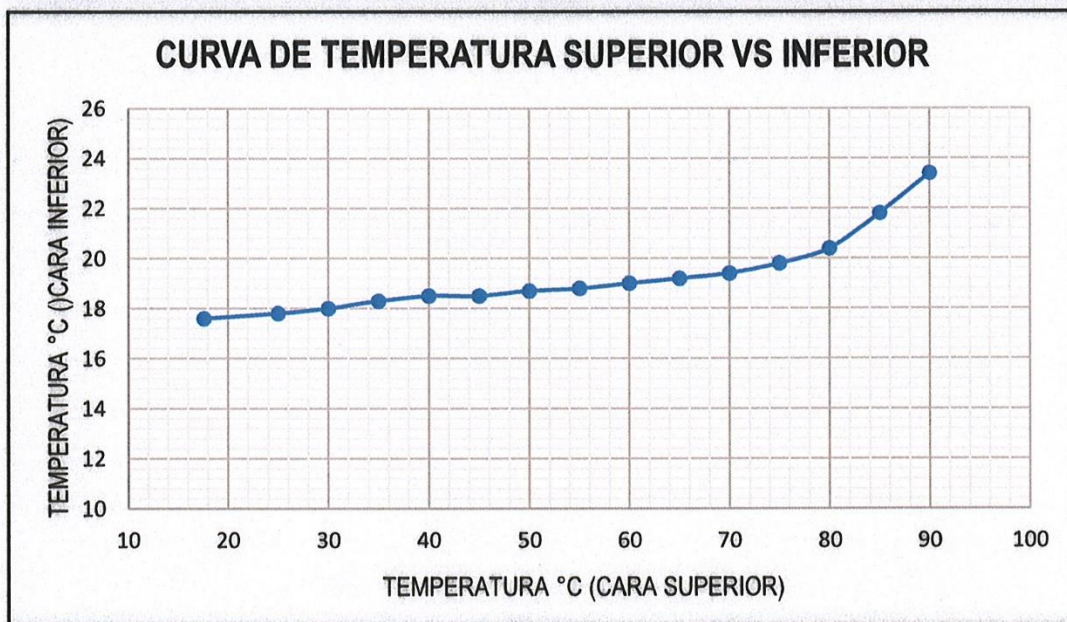
UBICACIÓN : Juliaca – Puno – Perú

SOLICITANTE : Bach. Gottfried Wilhelm Yerba Quispe

FECHA : Marzo 2024

MUESTRA : M - 04

TABLA DE DATOS DE MEDICIÓN							
Ítem	Tiempo	Cara Superior	Cara Inferior	Tensión	Corriente	Resistencia	ΔT
	HH:MM:SS	(°C)	(°C)	volt	amp	(Ω)	(°C)
		17.6	17.6	380	6.9	190	0
1	00:00:58	25	17.8	380	6.9	190	7.2
2	00:01:10	30	18	380	6.9	190	12
3	00:01:51	35	18.3	380	6.9	190	16.7
4	00:02:12	40	18.5	380	6.9	190	21.5
5	00:03:50	45	18.5	380	6.9	190	26.5
6	00:05:10	50	18.7	380	6.9	190	31.3
7	00:07:41	55	18.8	380	6.9	190	36.2
8	00:10:05	60	19	380	6.9	190	41
9	00:17:00	65	19.2	380	6.9	190	45.8
10	00:31:00	70	19.4	380	6.9	190	50.6
11	00:39:01	75	19.8	380	6.9	190	55.2
12	00:51:20	80	20.4	380	6.9	190	59.6
13	01:05:07	85	21.8	380	6.9	190	63.2
14	01:20:47	90	23.4	380	6.9	190	66.6



RESPONSABLE DEL EQUIPO

Ing. Juan Jose Rodriguez Flores

INGENIERO CIVIL

C.P. N° 96726

Mgr. Fritz Willy Mamani Apaza

INGENIERO CIVIL

Reg. del Colegio de Ingenieros N° 70930



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 19-07-24

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: GOTTFRIED WILHELM YERBA QUISPE
Dirección: AV. ANDRES AVELINO COCERES URB SANTA ADRIANA Mz K2 LT 21
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 77094605
Teléfono: 929597659 email: Yerbaquispe97@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____
Dirección: _____
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____
Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
Escuela Profesional o Mención: INGENIERIA CIVIL
Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL
Asesor: Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE SAPONINA Y RESINA
DE PINO EN LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE UNIDADES
DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO CELULAR

Palabras claves, (3 a 5 términos): CONDUCTIVIDAD TÉRMICA, SAPONINA, RESINA

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
 Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
 No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

Sí autorizo
 No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

- Internacional
- Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE MATERIALES - P17

Firma de Autor



huella digital

19 - JULIO - 2024

Fecha