

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS GEOLOGÍA Y CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**LANA DE OVINO COMO AISLANTE TÉRMICO EN PROYECTOS DE
ACONDICIONAMIENTO DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS ALTO
ANDINAS DE AYACUCHO, 2021**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR:

Bach. Esteban Peralta Quispe

ASESOR:

Msc. Ing. Hemerson Lizarbe Alarcón

AYACUCHO - PERÚ

2022

Resumen

El Perú, por su variedad topográfica, tiene una gran variedad de climas. La Región de Ayacucho posee zonas alta andina donde acontece eventos hidro climáticos extremos de frío y nevados que bajan la temperatura y afectan desfavorablemente al confort de los pobladores de las comunidades; principalmente de los estudiantes al interior de sus aulas. Lamentablemente, las zonas más frías de la Región de Ayacucho, son también las más pobres, teniendo la necesidad de buscar soluciones sostenibles que abundan en la zona, ya que los productos industrializados existentes para aislar el frío en un ambiente, llega con un alto costo a estas comunidades; así también la contaminación ambiental en el proceso de fabricación para su industrialización es alta, haciendo uso de productos perecibles con el tiempo y nocivos para la salud.

Para cumplir los objetivos, se ha construido dos prototipos de aulas a escala 1 en 10, el primero sin lana de ovino como aislante térmico, mientras que en el otro prototipo se ha acondicionado la lana de ovino como aislante térmico. En estos prototipos se realizó mediciones de temperaturas diarias y de 15 días; con respecto al impacto ambiental se analizaron tres indicadores, el primero referido a los factores como la demanda de energía para su producción, el segundo con respecto a la emisión de CO₂, y por último, emisiones tóxicas de la lana de ovino para el ambiente. Por otra parte también se desarrolló un presupuesto estimado del acondicionamiento de la lana de ovino para una institución pública alto andina de la ciudad de Ayacucho.

Los resultados indican que la lana de ovino posee propiedades de aislamiento térmico similares a los materiales tradicionales, reforzando el principio de sostenibilidad, reemplazando materiales tradicionales por otros renovables que se puedan reciclar y reutilizar, a su vez los indicadores ambientales analizados indican que la lana de ovino es un material que tiene un bajo impacto ambiental.

Palabras clave : aislante térmico, lana de ovino, impacto ambiental.

Abstract

Peru, due to its topographic variety, has a great variety of climates. The Ayacucho Region has high Andean areas where extreme cold and snowy hydro-climatic events occur that lower the temperature and negatively affect the comfort of the inhabitants of the communities; mainly from the students inside their classrooms. Unfortunately, the coldest areas of the Ayacucho Region are also the poorest, having the need to seek sustainable solutions that abound in the area, since the existing industrialized products to isolate the cold in an environment, which arrives with a high cost to these communities; thus also the environmental contamination in the manufacturing process for its industrialization is high, making use of perishable products over time and harmful to health.

To meet the objectives, two classroom prototypes have been built at a scale of 1 in 10, the first without sheep wool as thermal insulation, while in the other prototype sheep wool has been conditioned as thermal insulation. In these prototypes, daily and 15-day temperature measurements were made; Regarding the environmental impact, three indicators were analyzed, the first referring to factors such as the demand for energy for its production, the second regarding the emission of CO₂, and finally, toxic emissions from sheep wool for the environment. On the other hand, an estimated budget for the conditioning of sheep wool was also developed for a high Andean public institution in the city of Ayacucho.

The results indicate that sheep's wool has thermal insulation properties that are comparable to conventional materials, reinforcing the principle of sustainability, replacing conventional materials with other renewable ones that can be reused and recycled, in turn, the environmental indicators analyzed indicate that sheep's wool sheep is a material that has a low environmental impact.

keywords : thermal insulation, sheep wool, environmental impact.

Introducción

El compromiso y el desarrollo social busca una solución para los tiempos de heladas en las zonas alto andinas de la región de Ayacucho, Perú. En nuestro país se han reglamentado algunas disposiciones, como el Convenio para la “Gestión de Riesgos a Nivel Local en el Altiplano Andino” en el que se menciona un consolidado de temperaturas mínimas registradas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI (durante el periodo 1964-2009).

El cambio climático en la región andina, genera cada vez más acontecimientos como heladas y friajes cada vez mas habituales y con gran impacto, por ello en las instituciones públicas se busca arquitecturas que deben mitigar estos acontecimientos. Una solución es implementar el uso de los recursos naturales de la zona para generar un confort térmico adecuado, esto implica acondicionamiento arquitectónico con el uso de la lana de ovino como una aislante térmico. Esta investigación hace énfasis en el estudio de este material para este fin, aprovechando la abundancia de la lana de ovino en las zonas alto andinas de la ciudad de Ayacucho.

El uso textil abarca el consumo mundial de la lana de ovino, sin embargo se puede desarrollar e implementar como un elemento constructivo al uso de la lana de ovino en el acondicionamiento térmico (aislante térmico) de aulas en las instituciones públicas de la región de Ayacucho como una solución a los problemas de las bajas temperaturas.

La lana será de la raza Criolla, ya que es abundante en la región y se caracteriza por su baja productividad textil por ser una lana muy rústica. Esta lana se utiliza principalmente en alfombras, mantas, etc.

Por otra parte esta investigación nos permitió pensar sobre el impacto ambiental del uso de materiales de construcción para desarrollar aulas con aislamiento térmico,

A mis padres quienes son mi guía y motivación para poder cumplir con mis metas, a ellos quienes siempre apostaron en la educación y en mi formación personal.

Agradecimientos

Esta investigación no solo implicó retos técnicos, sino también personales, de los cuales hoy en día sigo aprendiendo. Agradezco a la vida por darme la oportunidad de vivir esta experiencia y haber cumplido esta meta a cabalidad.

Agradezco a Dios por permitirme realizar mis estudios en la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Asimismo, le agradezco por haberme brindado salud y perseverancia a lo largo de este camino y así, lograr esta meta en mi formación académica.

Agradezco al Msc. Ing. Hemerson Lizarbe Alarcón, asesor de la presente tesis, por sus sugerencias, recomendaciones, apreciaciones y por brindarme la información necesaria para la formulación del presente trabajo de investigación.

A mis jurados, por todo el apoyo y consejos brindados durante la revisión de este trabajo.

A los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por su contribución durante mi desarrollo académico y profesional.

Finalmente, a mis amigos y compañeros de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga y a todos las personas que contribuyeron en el desarrollo de este trabajo.

Ayacucho, Octubre de 2022

Esteban Peralte Quispe

Índice general

Resumen	ii
Abstract	iii
Introducción	iv
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
Índice general	vii
Índice de figuras	x
Índice de tablas	xii
Acrónimos	xiii
Simbolos	xiv
Capítulo I Planteamiento del Problema	1
1.1 Descripción de la realidad problemática.	1
1.2 Delimitación del problema.	1
1.2.1 Espacial (geográfica)..	1
1.2.2 Temporal.	1
1.2.3 Temática y unidad de análisis.	1
1.3 Formulación del problema.. . . .	2
1.3.1 Problema general.	2
1.3.2 Problemas específicos.	2
1.4 Justificación e importancia.	2
1.5 Limitaciones de la investigación.	3
1.5.1 Objetivo general.. . . .	3
1.5.2 Objetivos específicos.. . . .	3
Capítulo II Marco Teórico.	4
2.1 Investigaciones internacionales	4
2.2 Investigaciones nacionales	5
2.3 Bases teóricas	6
2.3.1 Lana de ovino	6
2.3.2 Materiales industriales usados para el aislamiento.	9
2.3.3 Contaminación ambiental por el sector de la construcción	10

2.3.4	Marco Legal	11
2.4	Marco conceptual.	13
2.4.1	El confort térmico	13
2.4.2	Aislante térmico	13
2.4.3	Temperatura	13
2.4.4	Equilibrio térmico	13
2.4.5	Transmisión del calor	13
2.4.6	Convección.	13
2.4.7	Radiación	14
2.4.8	Conductividad termica	14
2.4.9	Resistencia térmica.	14
Capítulo III Método de la Investigación		15
3.1	Enfoque	15
3.2	Alcance	15
3.3	Diseño de investigación	15
3.4	Población y muestra	15
3.5	Hipótesis.	16
3.5.1	Hipótesis general	16
3.5.2	Hipótesis específicas	16
3.6	Operacionalización de variables.	16
3.7	Técnicas e instrumentos	17
3.8	Desarrollo del trabajo de tesis.	17
3.8.1	Desarrollo técnico, proceso de elaboración del aislante térmico	17
3.8.2	Trabajo de campo	21
3.8.3	Prototipos	22
3.8.4	Medición de temperaturas	25
3.8.5	Transmisión de calor	26
3.8.6	Presupuesto.	29
3.8.7	Propiedades ambientales.	34
Capítulo IV Resultados		38
4.1	Análisis de resultados	38
4.1.1	Resultado 1	38

4.1.2	Resultado 2	40
4.1.3	Resultado 3	42
Conclusiones		43
	Conclusiones	43
	Recomendaciones	43
Referencias bibliográficas		45

Índice de figuras

Figura 2.1. Estudiantes del nivel primario abrigados por las temporadas de frío	5
Figura 2.2. Mapa con el rango de temperaturas donde se localiza la región de Ayacucho	6
Figura 2.3. Estructura de la lana de ovino	7
Figura 2.4. Fibra de vidrio	9
Figura 2.5. Lana de Roca.	10
Figura 2.6. Poliestireno expandido	10
Figura 2.7. Emisiones mundiales de CO2 de 1995 a 2021(en miles de millones de toneladas métricas).	11
Figura 3.1. Esquema del CVA del aislamiento de lana de oveja (manto y granel) . . .	17
Figura 3.2. Trasquilado de lana de oveja.	18
Figura 3.3. Lavado con jabón neutro	19
Figura 3.4. Lavado de la lana de oveja	19
Figura 3.5. Proceso de moldeado de la lana de oveja	20
Figura 3.6. Prototipo 1, diseño a escala de aula en la localidad de Tambo (escala 1/10)	22
Figura 3.7. Prototipo 2, diseño a escala de aula en la localidad de Tambo.	23
Figura 3.8. Acondicionamiento con aislante térmico lana de oveja en el aula prototipo a escala	23
Figura 3.9. Plano de detalle de encuentro de piso con muro con aislamiento térmico en el interior	31
Figura 3.10. Plano de detalle del piso machihembrado.	31
Figura 3.11. Plano de detalle del falso cielo raso plancha de fibrocemento junta cada 0.61 cm	32
Figura 3.12. Plano de vista en planta del prototipo construido.	32
Figura 3.13. Plano frontal del prototipo construido	32
Figura 3.14. Plano posterior del prototipo construido	33
Figura 3.15. Plano planta del prototipo construido	33
Figura 3.16. Plano planta del prototipo construido	33
Figura 3.17. Indicadores de impacto ambiental	35
Figura 3.18. Emisiones de efecto invernadero (manto y granel)	36
Figura 4.1. Temperaturas en el interior del aula sin intervención, con acondicionamiento y en el exterior	38

Figura 4.2. Temperaturas del interior y exterior del prototipo de aula a escala con aislante térmico lana de oveja durante 15 días.	39
Figura 4.3. Temperaturas promedio del interior y exterior del prototipo de aula a escala (1/10) con aislante térmico lana de oveja durante 15 días.	40
Figura 4.4. Indicador de impacto ambiental: Consumo de energía (MJ/kg)	40
Figura 4.5. Indicador de impacto ambiental: Emisiones de efecto invernadero (kgCO ₂ /kg)	41
Figura 4.6. Indicador de impacto ambiental: Emisiones tóxicas para el ambiente (PAFm ₂ yr)	41

Índice de tablas

Tabla 2.1.	Composición química promedio de la lana de Oveja.	7
Tabla 2.2.	Tipos y características de lana.	7
Tabla 2.3.	La resistencia térmica de la lana de oveja en un manto de 5 cm	8
Tabla 3.1.	Operacionalización de variables.	16
Tabla 3.2.	Temperaturas del interior y exterior del prototipo de aula a escala con aislante térmico lana de oveja durante 15 días.	24
Tabla 3.3.	Composición química promedio de la lana de Oveja.	24
Tabla 3.4.	Composición química promedio de la lana de Oveja.	25
Tabla 3.5.	Temperaturas promedio del interior y exterior del prototipo de aula a escala con aislante térmico lana de oveja durante 15 días. (Diciembre del 2021).	25
Tabla 3.6.	Cálculo de la transmitancia Térmica Envolverte 2 (techo)	26
Tabla 3.7.	Cálculo de la transmitancia Térmica Envolverte 1.	27
Tabla 3.8.	Cálculo de la transmitancia Térmica Envolverte 3 (piso)	28
Tabla 3.9.	Presupuesto de lana de ovino como aislante térmico en acondicionamiento de I.E. alto andinas de Ayacucho, 2021.	29
Tabla 3.10.	Insumos de lana de ovino como aislante térmico en acondicionamiento de I.E. alto andinas de Ayacucho, 2021.	30
Tabla 4.1.	Resumen de presupuesto.	42

Acrónimos

- ISO** : International Organization for Standardization
- MINAGRI** : Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego
- MINAM** : Ministerio del Ambiente
- MINEDU** : Ministerio de Educación
- SENAMHI** : Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

Simbolos

cm	Centímetro
cm^3	Centímetro al cubo
W/mK	Coefficiente de conductividad térmica
λ	Conductividad térmica
CO_2	Dióxido de carbono
$^{\circ}\text{C}$	Grados Celsius
gr	Gramo
gr/cm^3	Gramo dividido por centímetro al cubo
Hz	Hertz
J/kg K	Inercia térmica
J	Joule
kg	Kilogramos
km	Kilómetro
MJ/kg	Megajulios de energía necesaria para hacer un kilogramo de producto
m	Metro
m^3	Metro cúbico
U	Transmitancia térmica

Capítulo I: Planteamiento del Problema

1.1 Descripción de la realidad problemática

La Región de Ayacucho posee zonas alto andinas donde acontece eventos hidro climáticos extremos de frío y nevados que bajan la temperatura y afectan desfavorablemente al confort de los pobladores de las comunidades; principalmente de los estudiantes al interior de sus aulas, siendo muchas de ellas, construcciones de albañilería, tarrajeadas con cemento, piso de cerámico y ventanas grandes para la iluminación y ventilación; esto hace que las construcciones de los centros educativos no estén adaptados para brindar el confort térmico que mantenga la temperatura en su interior, representando un problema en los niños al interior de las aulas.

Lamentablemente las zonas más frías de la Región de Ayacucho, son también las más pobres, teniendo la necesidad de buscar soluciones sostenibles que abundan en la zona, ya que los productos industrializados existentes para aislar el frío en un ambiente, que llega con un alto costo a estas comunidades; así también la contaminación ambiental en el proceso de fabricación para su industrialización es alta, haciendo uso de productos perecibles con el tiempo y nocivos para la salud.

1.2 Delimitación del problema.

1.2.1. Espacial (geográfica).

La investigación se llevará a cabo en la ciudad de Ayacucho.

1.2.2. Temporal.

La investigación se realizará en el presente año 2022.

1.2.3. Temática y unidad de análisis.

Las unidades de análisis serán la lana de ovino

1.3 Formulación del problema.

1.3.1. Problema general.

- ¿Es factible el uso de la lana de ovino como aislante térmico de bajo impacto ambiental y costos accesibles para los proyectos de mantenimiento en las instituciones públicas alto andinas de la ciudad de Ayacucho?

1.3.2. Problemas específicos.

- ¿Como se puede medir la lana de ovino para ser aislante térmico en las instituciones educativas alto andinas de Ayacucho?
- ¿En qué medida el uso de la lana de ovino como aislante térmico, aporta en la reducción del impacto ambiental frente a otras alternativas industrializadas? Texto, texto
- ¿Cuál será el costo por el uso de la lana de ovino en proyectos de mantenimiento para las instituciones públicas alto andinas de la ciudad de Ayacucho?

1.4 Justificación e importancia.

Como consecuencia de las heladas en las zonas alto andinas, que influyen fuertemente sobre la infraestructura educativa cuyos materiales son cemento, piso pulido de cemento y techos de eternit doble, que protegen a los estudiantes que lo habitan pero no cumple la función de aclimatación, ventilación adecuada y buena temperatura dentro de sus ambientes, siendo precaria e inexistente el confort térmico para los estudiantes, en los centros educativos alto andinos. Por tanto se pretende desarrollar un aislante térmico a partir de lana de ovino, siendo ésta un recurso principal de las comunidades altoandinas, dedicadas al pastoreo, como material natural, renovable y sostenible, frente a la preocupación del medio ambiente y desarrollo sostenible del sector de la construcción, cuyas alternativas actuales de recurrir al uso de planchas de yeso comprimido en cuyo interior se rellena fibra de lana de vidrio o rocas volcánicas, como aislantes térmicos; cuyas partículas son nocivas para la salud de los estudiantes, además que su costo de producción es muy alto y que venimos pagando todos los habitantes del planeta por la alta contaminación al medio ambiente y por el uso de recursos naturales no renovables. En este sentido, la presente tesis analizará el aislamiento

térmico con el uso de la lana de ovino en proyectos de rehabilitación de centros educativos en comunidades alto andinas, como material renovable y sostenible, producido por los propios integrantes de la comunidad.

1.5 Limitaciones de la investigación.

Para el cumplimiento de los objetivos de la presente investigación, no se tendrá ninguna limitación por tener los equipos y herramientas necesarias para su culminación.

1.5.1. Objetivo general.

Determinar el uso de la lana de oveja, como aislante térmico de bajo impacto ambiental con costos accesibles para los proyectos de mantenimiento en las instituciones públicas alto andinas de la ciudad de Ayacucho.

1.5.2. Objetivos específicos.

- Cuantificar la resistencia térmica de la lana de ovino como aislante térmico para las instituciones educativas alto andinas de Ayacucho.
- Determinar si el uso de la lana de ovino como aislante térmico, aporta en la reducción del impacto ambiental frente a otras alternativas industrializadas.
- Calcular el costo del uso de la lana de ovino en proyectos de mantenimiento para las instituciones públicas alto andinas de la ciudad de Ayacucho.

Capítulo II: Marco Teórico.

2.1 Investigaciones internacionales

Según Pizarro (2020) en su tesis denominada “Estudio técnico para la implementación de la lana de oveja como aislante en Chile”, cuya finalidad es recopilar información del uso de la lana de oveja aplicado en el sector construcción, asimismo la utilidad energética en la región. En los resultados de la investigación de indagación y comprobación con información primaria se tiene que la lana de oveja mitiga impacto ambiental en las construcciones de edificaciones, siendo su uso óptimo en comparación con materiales sintéticos con daños al medio ambiente y salud de la población. Se concluyó en que, el uso de la lana de oveja para el aislamiento térmico aumenta el valor, a pesar de la disminución del precio de la lana de oveja en el mercado.

En Ecuador hay algunos productos que se emplean como aislantes térmicos, los más destacados son: lana de roca y poliestireno expandido, entre otros. Estos materiales se distinguen por sus propiedades térmicas, la primera a base de roca volcánica y la segunda de granos de plástico, estas dos son de uso general pero con mayor riesgo para la salud a causa que cuenta con pequeñas partículas las cuales se pueden inhalar, pueden llegar a la piel y a los ojos o al momento de realizar cortes o cuando se está montando, asimismo requieren pasar por un horno a altas temperaturas en tanto que la lana natural de ovino no necesita de este proceso y tampoco trae riesgos para la salud debido a que es libre de partículas que pueden resultar ser dañinas para la población, es un producto totalmente natural y renovable. Ortiz (2018).

Entender la preocupación existente por el consumo de energía, calentamiento global, emisión de gases tóxicos, nos permite reflexionar antes de tomar una decisión sobre que material elegir en un proyecto de edificación nueva y/o rehabilitación. Esta investigación aporta al sector construcción con una comparación entre la lana de ovino y los materiales tradicionalmente usados (espuma sintética y lana mineral). Como resultado se muestra que en rendimiento térmico existe poca variación en los valores. No obstante, durante los periodos de fabricación e instalación difieren. Mendoza (2021).

2.2 Investigaciones nacionales

Portuguez and Calderon (2020) en su tesis titulada “Influencia de la fibra de lana de oveja en las unidades de adobe para mejorar las propiedades mecánicas de la mampostería”. Cuyo fin fue incluir lana de oveja en los adobes para aumentar las propiedades mecánicas de la mampostería. Los resultados fueron de 1.27 kg/cm^2 de resistencia a la compresión en un adobe común en comparación con el valor de 2.22 kg/cm^2 en adobe adicionado con 1% de lana de oveja. Se concluyó en que, la adición de 1% de fibra de lana de oveja en el adobe incrementó la resistencia a la compresión de 1.27 Mpa a 2.22 Mpa , lo que representa un 75% de aumento y todas las muestras pasaron por la Norma *E* 0.80.

Peña and Roman (2018) en su tesis titulada “Diseño de un aislante térmico a base de fibras naturales para mitigar el impacto de las heladas en la comunidad de Cupisa”. Comentó que la finalidad fue elaborar un método de uso de aislante natural para familias de zonas con friaje y heladas. La metodología fue a través de un diagnóstico, con una encuesta dirigida a 240 personas. Y se concluyó en función a los resultados en construir un aislante térmico formado por trigo y cebada.

El ministerio de educación (MINEDU) aconsejó a los directores de colegios evaluar una posible flexibilidad respecto a los horarios de entrada y salida en las comunidades alto andinas ubicados a los 3,50 m.s.n.m., donde la disminución de la temperatura puede ser un peligro para la salud de los estudiantes y docentes MINEDU (2019)



Figura 2.1: Estudiantes del nivel primario abrigados por las temporadas de frío
Fuente: Obtenido de MINEDU (2019)

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), indica que las regiones bajo alerta por el friaje son: Ayacucho, Huancavelica, Apurímac, Arequipa, Cusco, Moquegua,

Puno y Tacna; las cuales deberán de tomar las debidas precauciones. Teniendo los mas altos descensos en su temperatura con heladas meteorológicas con valores cercanos a -20 grados Celsius. El excesivo frío afecta a niños y ancianos en zonas andinas del país. SENAMHI (2016)

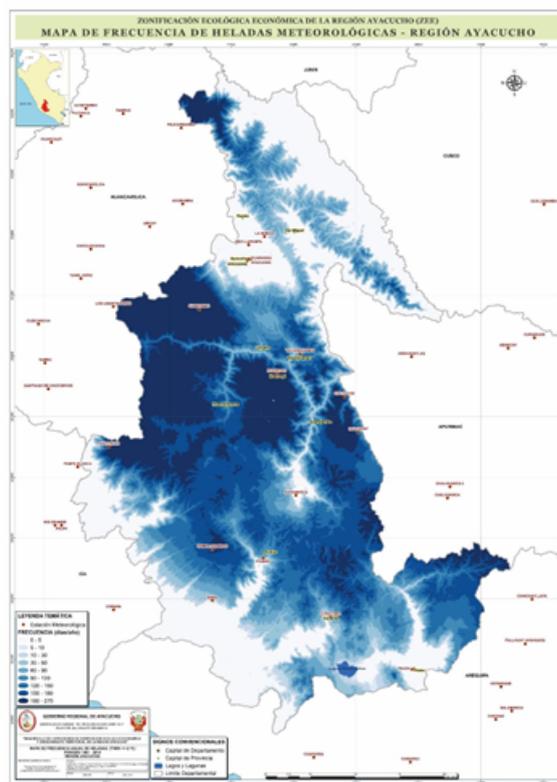


Figura 2.2: Mapa con el rango de temperaturas donde se localiza la región de Ayacucho

2.3 Bases teóricas

2.3.1. Lana de ovino

2.3.1.1 Definición

Se conoce como lana a una fibra animal típica de la oveja, obtenido mediante un proceso llamado esquila. Pizarro (2020)

Es un material natural que se utiliza principalmente como base para la producción tradicional de la industria textil. La estructura de la lana de oveja se puede ver en la figura. 2.3

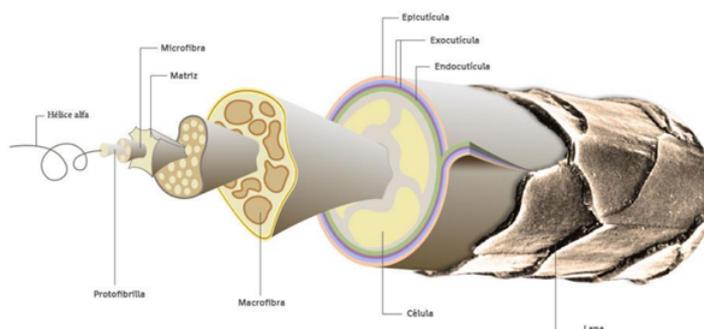


Figura 2.3: Estructura de la lana de ovino

Fuente: Obtenido de Wikipedia

2.3.1.2 Composición de la lana ovina

La gran mayoría de la composición de la lana es de proteína animal. Esta proteína tiene el nombre de queratina.

Tabla 2.1: Composición química promedio de la lana de Oveja.

Elemento	C	H	O	N	S
%	50	7	22-25	16-17	3-4

Fuente: Obtenido de Krajinovic (2006)

2.3.1.3 Calidad de la lana

La mejor calidad de lana se obtiene de ovejas entre 3 a 6 años de edad, obteniéndose aproximadamente de 3.0 kg de lana fina ó hasta 6 kg de lana gruesa en una oveja, en 1 año, dependiendo de la raza.

Tabla 2.2: Tipos y características de lana.

Características	L. finas	L. entrefinas	L. bastas
Finura	18-20 micras	28-30 micras	35-40 micras
Longitud	6-8cm	7-8cm	8-12cm
Ondulación	10cm	4-6cm	escasa
Rendimiento de lavado	38-42%	42-48%	46-50%

La longitud de la fibra es otro factor de calidad; cuanto más larga sea la fibra, mejor será la calidad de la lana. El tipo de lana con mayor demanda en el mercado actual es el Merino debido a la uniformidad y la finura de las fibras. Tuzcu (2007)

Una fibra de lana tiene un diámetro que mide entre 12 y 120 μm (micras) y la longitud varía de 20 a 350 mm de acuerdo a la raza de la oveja; estas fibras no causan irritaciones al ojo, los pulmones o la piel. Oscar (2009).

2.3.1.4 Propiedades físicas de lana de ovino

Resistencia Capacidad de soportar una tracción hasta su ruptura, importante en los procesos industriales de cardado y peinado. PROLANA (2018)

Elasticidad Capacidad de soportar estiramientos recuperando su longitud original. 50 % cuando está seca y 30% cuando está húmeda. PROLANA (2018)

Higroscopicidad Capacidad de absorber, retener y eliminar agua de la humedad ambiente. Puede absorber hasta el 30% de su peso sin que se perciba mojado. PROLANA (2018)

Las fibras de lana exhiben un comportamiento higroscópico, lo que les permite absorber hasta 33-34% (kg / kg) de su peso seco. Tuzcu (2007)

Conductividad térmica La lana es un buen aislador térmico por su baja conductividad.

Tabla 2.3: La resistencia térmica de la lana de oveja en un manto de 5 cm

	Plaques Placas		Mantells Mantos		Flocs/ A Granel Flocas / A Granel			
	Gruix Espesor	Nitawool- Kon	Gruix Espesor	Nitawool- Kon	Nitawool-Kon			
Resistencia Térmica	50 mm	1,43 Km/W	50 mm	1,39 Km/W	200 mm	3,50 Km/W	40	0,95
							mm	Km/W
							60	1,42
							mm	Km/W
			80	1,90				
			mm	Km/W				
			100 mm	2,32 Km/W	300	5,26 Km/W	100	2,38 Km/W
					mm	Km/W	mm	Km/W

Fuente: Gentielza2022

Flexibilidad Capacidad de soportar elevado número de dobleces sin romperse.

Una fibra de lana soporta 20.000 (dobleces antes de quebrarse) a comparación con la fibra de seda que soporta 2.000 y fibra de algodón 3.000. PROLANA (2018)

2.3.1.5 Propiedades químicas

Resistencia a la combustión No se quema, se autoextingue; como resultado del alto contenido de nitrógeno. Pizarro (2020)

Sensibilidad a los álcalis La proteína de la lana que recibe el nombre de queratina, es particularmente susceptible al daño de álcalis.

Resistencia a los ácidos La lana de oveja es resistente a la acción de los ácidos suaves o diluidos, no sucede lo mismo con los ácidos minerales concentrados.

Sensibilidad a la temperatura Las uniones químicas pueden liberarse, importante en el acabado de telas y prendas.

2.3.2. Materiales industriales usados para el aislamiento

2.3.2.1 Fibra de vidrio (Lana de vidrio)

Es un material aislante y fibra mineral formado por arena y vidrio reciclado. Para fabricar la fibra de vidrio de filamento continuo se requieren de hornos recuperativos u hornos de oxicomustión. Su capacidad de conducción térmica varía entre 0.03 y 0.05 $W/m.K$. Peña and Roman (2018).



Figura 2.4: Fibra de vidrio
Fuente: Obtenido de SENAMHI (2016)

2.3.2.2 Lana de roca

Es un material semi rígido y es fabricado con rocas naturales o sintéticas, posee una elevada resistencia al fuego, además es impermeable a la humedad y al agua. (Peña & Roman, 2018)

Este producto es nocivo para la salud, cuyas partículas afectan la piel, los ojos y el sistema respiratorio, cuenta con una conductividad térmica esta entre 0.03 y 0.05 $W/m \text{ } ^\circ k$.



Figura 2.5: Lana de Roca
Fuente: Obtenido de SENAMHI (2016)

2.3.2.3 Poliestireno expandido

Conocido también como Tecnopor, es de origen plástico sintético proveniente del poliestireno, cuya estructura celular está rellena de aire, por el que se emplea como aislante térmico y acústico, con una conductividad térmica de 0.039 $W/m.K$ con una densidad de 10 a 30 Kg/m^3 .



Figura 2.6: Poliestireno expandido

2.3.3. Contaminación ambiental por el sector de la construcción

En la actualidad, el sector de la construcción utiliza alrededor del 40% del consumo a nivel global de los recursos naturales y el 30% del consumo global de la energía. A tal efecto, las organizaciones buscan apoyar y promover la protección del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos en la producción de materiales para la construcción. Estudios indican que los usuarios (europeos) destinan 90% de su tiempo en ambientes interiores (Marini, y otros, 2014), entonces los materiales que se encuentran en estos lugares afectan

la salud de las personas, por lo que deben ser elaborados y seleccionados. Por ello, las certificaciones y sellos de calidad tienen como objetivo garantizar la salubridad del espacio.

El fenómeno del efecto invernadero se ocasiona principalmente por el aumento de los niveles de CO_2 en la atmósfera, siendo la industria de la construcción uno de los mayores aportantes.

Muchos estudios demuestran que para reducir el cambio climático debemos disminuir la afectación biológica, geológicos y urbanística, solo de esta manera podremos reducir la producción de residuos y así mejorar el aprovechamiento de los recursos y fuentes de energía.

A continuación se muestran Emisiones mundiales de CO_2 de 1995 a 2021 (en miles de millones de toneladas métricas)

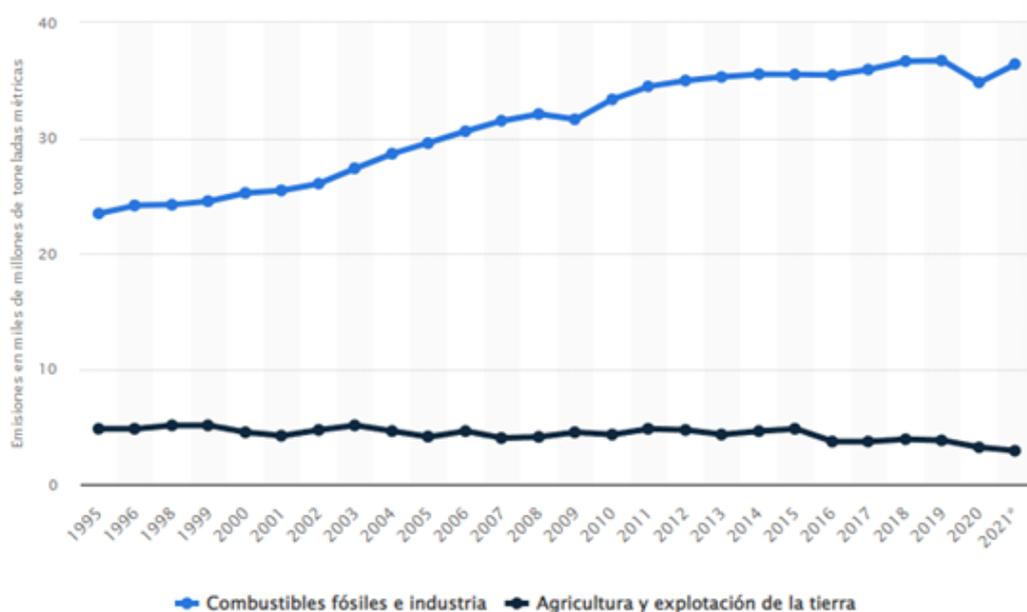


Figura 2.7: Emisiones mundiales de CO_2 de 1995 a 2021 (en miles de millones de toneladas métricas)

Fuente: Obtenido de Statista2021

2.3.4. Marco Legal

En cuanto al marco legal, se ha realizado una revisión de la norma de medidas para la Ecoeficiencia a causa que parte de los objetivos del proyecto asociados a la mitigación ambiental y, al mismo tiempo, brindar una solución a la comunidad ante un problema como las heladas.

Desde el año 2009 en el Perú se dió la Norma de Medidas para la Ecoeficiencia cuyo decreto

supremo es: N° 009-2009-MINAM. Este conjunto de medidas están conformadas por 11 artículos dentro de los cuales el artículo número 7 es el de mayor relevancia para el desarrollo de este estudio ya que se trata de la implementación de medidas para el buen uso y desarrollo de los recursos naturales.

Artículos con relación a la investigación:

- Artículo 2°. - Definición de Medidas de Ecoeficiencia: Son acciones que facultan la mejora continua del servicio público, mediante el menor uso de recursos.
- Artículo 4°. - Medias de Ecoeficiencia: estas medidas están divididas en 2 etapas:
 - Primera Etapa: Ahorro de papel y materiales conexos, ahorro de agua, ahorro de energía, segregación y reciclado de residuos.
 - Segunda Etapa: uso de dispositivos alternativos que generen menos contaminación. MINAM (2019).
- Artículo 7°. - Implementación de las Medidas de Ecoeficiencia: Se implementarán las medidas de Ecoeficiencia según los siguientes pasos:
 1. Línea base
 2. Diagnóstico de oportunidades
 3. Buenas prácticas
 4. Plan de Ecoeficiencia Institucional
 5. Monitoreo de medidas de Ecoeficiencia. MINAM (2019)

Para el plan de implementación debe tomarse en cuenta los pasos mencionados.

- Artículo 10°. - Financiamiento: los pliegos presupuestales para la implementación de las medidas se sujetan al presupuesto institucional sin usar recursos extras de Tesoro Público.

Adicionalmente a la norma de medidas para la ecoeficiencia es oportuno dar a conocer la norma EM.110 "Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética" de la cual es importante destacar los beneficios que esta brinda desde el punto de vista económico, social y ambiental, que están asociados directamente a un desarrollo sostenible que busca nuestra propuesta.

2.4 Marco conceptual.

2.4.1. El confort térmico

Sensación neutra de una persona en relación a un ambiente térmico. Es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico. ISO (2016)

2.4.2. Aislante térmico

Es un material o producto que es utilizado en la industria y en el sector de la construcción, el cual tiene que tener una alta resistencia térmica, permitiendo una mejor ambientación con relación a la temperatura.

2.4.3. Temperatura

Es una propiedad física que se refiere a la cantidad de calor en un cuerpo, objeto o ambiente, que se asocia con una disminución de la temperatura, frío y con el calor cuando la temperatura es más alta.

2.4.4. Equilibrio térmico

Es una condición en la cual dos cuerpos de diferente temperatura terminan con igual temperatura, debido a que los cuerpos no contienen calor natural sino energía, es esta la que se transfiere de un cuerpo a otro, siendo la de mayor que se transferirá a la de baja temperatura.

2.4.5. Transmisión del calor

Existen tres formas por las que el calor se transmite de un lugar caliente a un lugar frío, por convección, por radiación, y por conducción.

2.4.6. Convección

Es una de las formas de transferir el calor, se define como el calor transmitido en un líquido o en un gas como consecuencia del movimiento real de las partículas calentadas en su seno.

2.4.7. Radiación

Es el proceso por el cual el calor se transfiere en forma de ondas electromagnéticas invisibles para el ojo humano. La fuente de energía radiante más obvia es el Sol

2.4.8. Conductividad termica

El valor de la conductividad térmica se caracteriza por la capacidad de un cuerpo físico en transmitir la energía térmica de un punto a otro, si entre los mismo se crea una diferencia de temperatura. Cárdenas (2005)

2.4.9. Resistencia térmica

Está relacionado al espesor de la capa (e) y la conductividad térmica del material (λ).

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

, interpretándose como la capacidad de un material en oponerse al flujo del calor.

Capítulo III: Método de la Investigación

3.1 Enfoque

Será una investigación cuantitativa, ya que esta se basa en el análisis de los datos; se medirá la variable (aislamiento térmico) mediante métodos experimentales, en un determinado contexto, analizando las mediciones obtenidas y se establecerán una serie de conclusiones respecto de las hipótesis.

3.2 Alcance

El alcance que se desarrollará en esta investigación será del tipo descriptivo ya que desde el punto de vista estadístico su análisis es univariado.

3.3 Diseño de investigación

El diseño del estudio es no experimental del tipo transversal y descriptivo.

Será de tipo no experimental, ya que la investigación se realizará sin manipular las variables y no habrá ninguna intervención desde el punto de vista de los resultados.

Es transversal porque se realiza una sola medición sobre unidades de estudio, son mediciones que se tomarán en un único tiempo.

Y es descriptivo porque observaremos, describiremos variables y analizaremos su ocurrencia e interrelación en un momento específico.

3.4 Población y muestra

La población será la cantidad y calidad de lana de ovino disponible en la comunidad alto andina de la región de Ayacucho, de los cuales se tomarán como muestra para los ensayos térmicos correspondientes.

3.5 Hipótesis

3.5.1. Hipótesis general

- La lana de ovino sirve como aislante térmico de bajo impacto ambiental y tiene costos accesibles para los proyectos de mantenimiento en las instituciones públicas alto andinas de la ciudad de Ayacucho.

3.5.2. Hipótesis específicas

- La lana de ovino tiene buena resistencia térmica, para ser usado como aislante térmico en las instituciones educativas alto andinas de Ayacucho.
- La lana de ovino reduce la eficiencia energética disminuyendo el uso del impacto ambiental frente al otras alternativas industrializadas
- El uso de la lana de ovino es de bajo costo frente a otras alternativas industrializadas para proyectos de mantenimiento en las instituciones educativas alto andinas de Ayacucho.

3.6 Operacionalización de variables

Tabla 3.1: Operacionalización de variables.

Variables	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente (X)		
Uso de la lana de ovino	Cantidad adecuada para su uso	Kg/m ²
Variable interviniente		
Aislante térmico	Resistencia al cambio de temperatura ambiente	C°
Impacto ambiental	Kilogramos de CO ₂ por kilogramo de fibra usado	KgCO ₂ /kg
Costo	Costo por m ² de fibra usada	Soles/m ²

3.7 Técnicas e instrumentos

Se hará uso del análisis documental, además de los experimentos para determinar los indicadores de las variables.

3.8 Desarrollo del trabajo de tesis

Para lograr los objetivos de este estudio, fue necesario crear un prototipo de aula a escala para realizar mediciones de temperatura. A continuación se detallan los procedimientos llevados a cabo en esta tesis.

3.8.1. Desarrollo técnico, proceso de elaboración del aislante térmico

Iniciamos de la creciente demanda de sostenibilidad en las edificaciones, lo que influyó en la decisión de definir elementos constructivos para lograr calidad de vida y confort a un costo accesible de recursos ambientales.

En este paso no solo veremos cómo se procesa el aislante, sino también cómo cumple con las especificaciones normativas, siendo una alternativa menos dañina para el medio ambiente (consumo de energía, emisiones de CO_2 y contaminación). Estos aislantes son fabricados en formas de mantos y a granel, sus dimensiones son variables en cuanto a grosores y densidades. (RM-NITA, 2014).

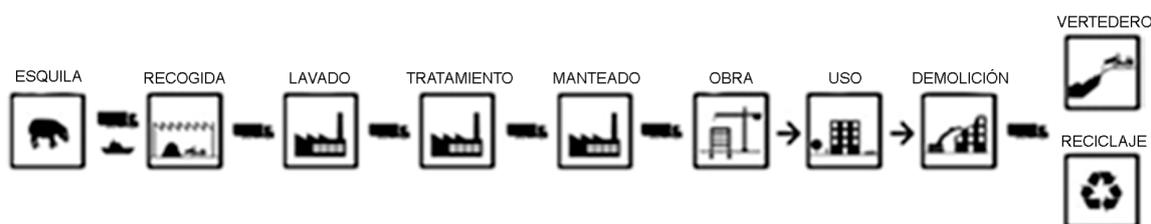


Figura 3.1: Esquema del CVA del aislamiento de lana de oveja (manto y granel)
Fuente: Obtenido de So (2008)

En la figura 3.1 se indica algunos de los procesos que se especificaran a continuación.

3.8.1.1 Proceso de obtención

1. Adquisición de la materia prima y traslado hasta el centro de recolección

La oveja se esquila una vez al año en la temporada previa a la primavera MINAGRI (2013). El trasquilado es una necesidad para mantener limpio y aclimatado a la oveja, ya que la propia lana empieza a desprenderse por un intento de aclimatarse a una estación calurosa.

Es importante recordar que por cada kilogramo de lana limpia se necesitan dos kilogramos de lana sucia. La Lana sucia es aquella que no ha pasado por ningún proceso, se guardan comprimidas en sacos con una densidad aproximada de 1000 kg/m³. Luego se traslada al entro al centro de lavado. So (2008)

Para la fabricación del aislante planteado, se usó lana de oveja de raza merino, obtenida de la Hacienda Walilowa, siendo esta una raza común en la Sierra del Perú. Terminando el esquilado el animal de la forma criolla, obtuvimos 6 kilos de lana sucia aproximadamente.



Figura 3.2: Trasquilado de lana de oveja
Fuente: Obtenido de [Gentielza2022](#)

2. Traslado desde el centro de recolección al centro de lavado

Consiste en transportar la lana sucia al centro de lavado. El desafío es lograr una cadena productiva donde se puedan evitar estos movimientos, ahorrando así tiempo, recursos y evitando la contaminación.

3. Lavado

Una vez trasquilada la oveja, se procede a lavar, para quitar la grasa de la lana y la suciedad acumulada en ella, haciendo uso de agua caliente y jabón neutro o detergente biodegradable, para no dañar la fibra y sal de bórax para darle el tratamiento a la lana de oveja y así combatir los insectos. Repitiendo la actividad, de 2 a 3 veces, hasta que quede limpio la lana para ponerlos a solear en un lugar limpio para su secado.



Figura 3.3: Lavado con jabón neutro

Fuente: Propia

El uso del bórax reforzará la resistencia que tiene la lana al fuego, al ser un material proveniente del ácido bórico y que además de sacar las manchas, sirve de veneno para las plagas. En esta etapa la lana reduce aproximadamente a la mitad de su peso.



Figura 3.4: Lavado de la lana de oveja

Fuente: Obtenido de **Gentielza2022**

Como resultado del proceso de lavado se obtuvo 3,5 kilos de lana limpia.

La lana también puede lavarse industrialmente con una máquina acrílica y lavarse con un detergente biodegradable además de agua, esta técnica se practica en países como España, donde se utiliza este material en la construcción y existen una serie de empresas como RMT-NITA, que facilitan cifras detalladas de consumo para el proceso de lavado industrial, las cuales se detallan a continuación:

- Energía eléctrica: 1.026 *MJ/kg* lana "sucia"
- Energía Térmica (Gas Natural): 3,78 *MJ/kg* lana "sucia"
- Consumo de agua: entre 15 y 20 litros por *kg/lana* "sucia"
- Consumo de detergente: 0,010 a 0,008 *kg/lana* "sucia"

Mediante este proceso se optimizaría el lavado a gran escala para volverlo más comercial y rentable.

4. Tratamiento de las lanas

Durante esta fase se realizan las siguientes operaciones: mezcla, estandarización, decolorado, limpieza, tratamiento para resistencia al fuego (retardante), a pesar de ello, la lana naturalmente tiene resistencia al fuego por poseer nitrógeno en su composición. Las empresas solo agregan el retardante para incrementar su valor de resistencia inicial. Y la fase de la limpieza (decolorado y protección ante el ataque "de insectos"), contiene dos procesos, el primero en base a los biocidas (agua oxigenada en 2% permetrina en 0,350 ppm/kg) y el segundo en los compuestos minerales (sales de bórax 13%, el cual uno de sus fines es actuar como retardante del fuego).

5. Fabricación de los manteles

Se realiza mediante la termofijación, la cual fija las características finales del manto, como el aspecto, la estabilidad, peso final y tacto. Se consigue por medio del control de la temperatura, tensión del tejido y tiempo de tratamiento. **CNC2012** Esta etapa incluye: el calentamiento, la penetración térmica, transformación, estiramiento y posterior enfriamiento.



Figura 3.5: Proceso de moldeado de la lana de oveja
Fuente: Obtenido de **Gentielza2022**

En el termofijado se suministra un adhesivo de polietileno. Al final la lana en manto tiene 15 kg/m³ de densidad .(RM-NITA, 2014).

- Energía eléctrica: 0,27 MJ / kg lana en manto
- Energía Térmica (Gas Natural): 1,8 MJ/kg lana en manto

La lana una vez procesada, se comprime manualmente en una prensa artesanal, donde se agrega la lana poco a poco, se rocía agua caliente y se prensa, y se vuelve a agregar la lana hasta alcanzar el espesor necesario, se deja compactar y secar.

3.8.2. Trabajo de campo

Una vez que se consigue la lana de oveja y se la convierte en una manta para su montaje, se comienza a colocar en el muro o pared teniendo en cuenta que la persona quien instala no sufrirá de inhalaciones que puedan afectar al sistema respiratorio, cortes por manipulación o que el producto cause malestar a los ojos, este material es fácil de instalar y cortar porque es muy flexible.

3.8.2.1 Aislamiento de piso

Se deberá aislar el piso empleando una manga plástica, aserrín y creando una cámara de aire debajo de un piso machihembrado nuevo. La manga plástica de polietileno se cortará para obtener el mayor ancho posible, bien estirada. Sobre esta, se colocan listones de madera de 2"x3". Luego se procede a colocar 2" de aserrín en los espacios producidos entre los listones de madera. Se debe asegurar que el aserrín empleado este limpio y seco. Después, sobre los nuevos listones y de forma perpendicular, se colocará un piso machihembrado nuevo. Debe quedar un espacio libre de 1" entre el aserrín y el piso de madera, que servirá como cámara de aire. Para fijar los nuevos listones de madera con el piso machihembrado, se recomienda emplear tornillos o clavos de 2". En el caso del contra zócalo se recomienda utilizar clavos para cemento galvanizado de 1".

3.8.2.2 Aislamiento de ventana

El vidrio se debe laminar por ambas caras laminar.

3.8.2.3 Aislamiento de muro

El muro se acondicionarán para obtener un adecuado confort térmico.

El aislamiento consiste en hermetizar los muros existentes para no tener pérdida de calor al interior del aula. Sobre el muro de albañilería existente, se coloca una estructura de montantes metálicos, hacia el interior del aula, cada 60 cm; luego se procede a colocar el aislamiento de

lana de ovino. Posteriormente, se procede a colocar las planchas de fibrocemento de 4 mm de espesor. Para el acabado se deberá de colocar masilla y cinta de fibra de vidrio entre las planchas. Finalmente empastar y pintar con pintura látex al interior del Aula Se instalará el aislamiento en todos los muros interiores.

3.8.2.4 Aislamiento de falso cielo raso

Al interior de las aulas, el existente falso cielo raso es de triplay. Se desmontará en su totalidad para posteriormente realizar la colocación de un nuevo falso cielo raso horizontal, compuesto por lana de ovino de 5 cm y planchas de fibrocemento de 4 mm de espesor, instalándose de pared a pared en toda el área del aula, y en todos los cielorrasos exteriores.

Para el acabado se colocará masilla y cinta de fibra de vidrio, además empastado y pintado con pintura látex al interior.

3.8.3. Prototipos

Para efecto de esta tesis se ha creado dos prototipo a escala de aula de la localidad del Tambo. Este diseño a escala corresponde a un prototipo sin intervención, en resumen no se ha considerado ningún aislamiento térmico.

3.8.3.1 Prototipo 1



Figura 3.6: Prototipo 1, diseño a escala de aula en la localidad de Tambo (escala 1/10)

Fuente: Trabajo de campo (2021)

3.8.3.2 Prototipo 2

A diferencia del prototipo 1, en este si se ha considerado el aislamiento térmico de lana de ovino.



Figura 3.7: Prototipo 2, diseño a escala de aula en la localidad de Tambo
Fuente: Trabajo de campo (2021)

En la siguiente figura 3.8 observamos la instalación del aislante natural lana de oveja en el aula prototipo a escala (1/10).



Figura 3.8: Acondicionamiento con aislante térmico lana de oveja en el aula prototipo a escala
Fuente: Trabajo de campo (2021)

También he realizado mediciones de temperaturas del interior y exterior del prototipo de aula a escala con aislante térmico lana de oveja durante 15 días.

Tabla 3.2: Temperaturas del interior y exterior del prototipo de aula a escala con aislante térmico lana de oveja durante 15 días.

Hora	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6		Día 7		Día 8		Día 9		Día 10		Día 11		Día 12		Día 13		Día 14		Día 15	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
7:00 a.m.	13.8	10.8	15	12	14.2	11.7	13.3	11.4	13.3	10.4	12.8	10	13.8	10.8	15	11	16	12.7	14.6	12.3	14	10	15	10	16.2	12.5	16	12.3	14	11
9:00 a.m.	15.5	11.2	17	12	15.5	11.2	15.9	10.7	15.1	11.2	13.5	11	15.5	11.2	15.2	11.7	15.2	11.7	16.3	12.4	14.7	11.7	15.2	13	16.7	12.6	16.2	12.9	15.1	12.3
11:00 a.m.	17.8	12.8	19	14	17.8	12.8	16.9	13.5	17.3	12.7	16.8	12.8	17.8	12.8	17.2	13.5	18	14.3	18.1	13.8	17.2	14	17.2	15	18.1	14.4	18.1	14.4	18.2	13.8
1:00 p.m.	21.3	16.5	20	16	21.3	16.5	20.7	15.8	21.7	16.8	20.3	16.5	21.3	16.5	20.5	16.5	20.6	16.7	21.3	16.9	21.2	16.7	20.5	16.7	21.3	17.1	21	16.9	21.3	16.9
3:00 p.m.	19.5	15.8	19	15	19.5	15.8	19.2	15.1	19.7	15.9	18.5	15.8	19.5	15.8	19.7	15.7	18.9	16.1	19.3	16.3	19.8	16.3	19.7	14.9	18.7	16.1	19.3	15.8	20.2	16.5
6:00 p.m.	15.5	11.5	17	13	15.5	11.5	14.9	11.6	15.2	11.1	16.5	11.5	15.5	11.5	15.7	11.9	16.3	12.7	16.4	12.7	16.2	12.4	15.7	12.4	16.4	12.7	14.9	11.7	16.5	12.3

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar se tiene la medida de la temperatura T_1 y T_2 . teniendo una diferencia de 3, 4 y 5 °C a favor de la temperatura del interior del aula modelo o prototipo a escala. Así tenemos la tabla siguiente:

Tabla 3.3: Composición química promedio de la lana de Oveja.

Hora	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6		Día 7		Día 8		Día 9		Día 10		Día 11		Día 12		Día 13		Día 14		Día 15	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2																
7:00 a.m.–3:00 p.m.	17.5	13.4	18	13.8	17.6	13.6	17.2	13.3	17.4	13.4	16.3	13.2	17.5	13.4	17.5	13.6	17.7	14.3	17.9	14.3	17.4	13.7	17.5	13.9	18.2	14.5	18.1	14.4	17.7	14.1

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 3.8 se tiene 5 cm de espesor de recubrimiento de lana de oveja en calidad de aislante térmico en paredes del prototipo a escala de aula en zonas altoandinas.

3.8.4. Medición de temperaturas

A continuación las temperaturas del exterior del aula denominado T2 y de la temperaturas del interior del aula T1. Estas mediciones se realizó para cada prototipo. A continuación en los resultados de las mediciones de temperatura en el interior y exterior de un aula, considerada modelo de investigación. En la tabla 3.4 se observa la medición de temperatura a diferentes horas, así tenemos:

Tabla 3.4: Composición química promedio de la lana de Oveja.

Hora	Temperaturas °C		
	Prototipo 1	Prototipo 2	Exterior
	Interior del aula sin intervención	Interior del aula acondicionado	
7:00:00 a. m.	12.0	13.8	10.8
9:00:00 a. m.	13.4	15.5	11.2
11:00:00 a. m.	14.0	17.8	12.8
1:00:00 p. m.	18.4	21.3	16.5
3:00:00 p. m.	17.0	19.5	15.8
6:00:00 p. m.	12.4	15.5	11.5

Tabla 3.5: Temperaturas promedio del interior y exterior del prototipo de aula a escala con aislante térmico lana de oveja durante 15 días. (Diciembre del 2021).

Día	Temperatura exterior al aula	Temperatura interior al aula	Dif. T °C
1	13.42	17.58	4.16
2	13.8	18	4.2
3	13.6	17.66	4.06
4	13.3	17.2	3.9
5	13.4	17.42	4.02
6	13.22	16.38	3.16
7	13.42	17.58	4.16
8	13.7	17.5	3.8
9	14.3	17.74	3.44
10	14.34	17.92	3.58
11	13.74	17.38	3.64
12	13.9	17.5	3.6
13	14.5	18.2	3.7
14	14.46	18.1	3.64
15	14.1	17.76	3.66

3.8.5. Transmisión de calor

Se ha calculado la transmitancia térmica envolvente en muros, columnas, sobrecimientos, vigas, vestidura de derrame, ventanas y puertas,

Tabla 3.6: Cálculo de la transmitancia Térmica Envolvente 2 (techo)

Tipo 2	Componentes	Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	rst/rca (w/m2 k)	Conductividad térmica λ (w/m k)	Resistencia térmica r (m2 k/w)	S ₃ m ²	U ₃ W/m ² K	S ₃ xU ₃ W/K
Envolvente tipo 2 ^a	Techo	Resistencias superficiales:									
		Resistencia superficial externa (Rse)				0.05					
		Resistencia superficial interna (Rsi)					0.09				
		Techo con cámara de aire									
		Composición:									
		panel de fibrocemento	0.04				0.22	0.1818	47.023	0.1178	5.5397
		Plástico	0.006				0.17	0.0353			
		Lana de ovino	0.05				0.063	0.7937			
		Cámara de aire en zona bioclimática 5	1.174				0.16	7.3375			
		Calamina	0.03				237	0.0001			
		Techo con cámara de aire en vigas									
		Composición:									
		panel de fibrocemento	0.04				0.22	0.1818	6.717	0.1	0.6717
		Listón de madera	0.051				0.15	0.3387			
		Plástico	0.006				0.17	0.0353			
		Lana de ovino	0.05				0.063	0.7937			
		Listón de madera	0.203				0.15	1.3547			
		Cámara de aire en zona bioclimática 5	0.874				0.16	5.4625			
		Listón de madera	0.203				0.15	1.3547			
		Listón de madera	0.051				0.15	0.3387			
Calamina	0.03				237	0.0001					
TOTALES									53.74		6.2114
TRANSMITANCIA FINAL TÉRMICA U₃									0.0578		

Asimismo, tenemos la tabla siguiente:

Tabla 3.7: Cálculo de la transmitancia Térmica Envolverte 1.

Tipo 1	Componentes	Elementos	Espesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	rst/rca (w/m2 k)	Conductividad térmica λ (w/m k)	Resistencia térmica r (m2 k/w)	S_1 m ²	U_1 W/m ² K	$S_1 \times U_1$ W/K
Envolverte Tipo 1A	Muros,	Resistencias superficiales									
	Columnas,	Resistencia térmica superficial externa (Rse)				0.11					
	Sobrecimientos,	Resistencia térmica superficial interna (Rsi)				0.06					
	Vigas,	Puente Térmico: Ventana									
	Vestidura	Composición del vidrio:									
	De derrame,	lamina de vidrio	0.005				0.17	0.0294			
	Ventanas	Vidrio laminado incoloro de 3mm	0.003				-	0.0152	7.742	4.098	31.7264
	y puerta	lamina de vidrio	0.005				0.17	0.0294			
		Composición del marco:									
		Aluminio	0.0381				250	0	0.458	5.7013	2.6112
		Vidrio crudo incoloro de 3mm	0.003				-	0.0054			
		Muro sin cámara de aire 1									
		Composición del muro:									
		panel de fibrocemento	0.04				0.22	0.1818	50.789	0.474	24.0715
		Lana de ovino	0.05				0.042	1.1905			
		Revestimiento cemento arena	0.025				1.4	0.0179			
		Bloque de arcilla tipo king kong	0.25				0.47	0.5319			
		Revestimiento cemento arena	0.025				1.4	0.0179			
		Puente Térmico: Columnas 1									
		Composición:									
		Panel de fibrocemento	0.04				0.22	0.1818	3.491	0.5776	2.0163
		Lana de ovino	0.05				0.042	1.1905			
		Revestimiento cemento arena	0.025				1.4	0.0179			
		Concreto armado	0.25				1.63	0.1534			
		Revestimiento cemento arena	0.025				1.4	0.0179			
		Puente Térmico: Vigas 1									
		Composición:									
	panel de fibrocemento	0.04				0.22	0.1818	5.837	0.5776	3.3713	
	Lana de ovino	0.05				0.042	1.1905				
	Revestimiento cemento arena	0.025				1.4	0.0179				
	Concreto armado	0.25				1.63	0.1534				
	Revestimiento cemento arena	0.025				1.4	0.0179				
	Tipo de carpintería del marco										
	Carpintería de madera	0.089						0.29	2.2	0.637	
	Puertas										
	Tipo de puerta:										
	Puerta de ingreso							2.937	2	5.874	
TOTALES									71.544		70.3077
TRANSMITANCIA FINAL TÉRMICA U_1									0.9827		

Fuente: Elaboración propia.

Y finalmente la tabla siguiente:

Tabla 3.8: Cálculo de la transmitancia Térmica Envolverte 3 (piso)

Tipo 3	Componentes	Elementos	Esesor (m)	Cantidad	Perímetro (m)	rst/rca (w/m ² k)	Conductividad térmica λ (w/m k)	Resistencia térmica r (m ² k/w)	S ₄ m ²	U ₄ W/m ² K	S ₄ xU ₄ W/K
Envolverte tipo 3A	Piso	Resistencias superficiales									
		Resistencia superficial externa (Rse)				0.09					
		Resistencia superficial interna (Rsi)				0.09					
		Piso con listones de madera									
		Composición:									
		Madera machihembrada	0.025				0.12	0.2083	5.851	1.0734	6.2804
		Listón de madera	0.076				0.15	0.508			
		Plástico	0.006				0.17	0.0353			
		Piso con viruta/aserrin									
		Composición:									
		Madera machihembrada	0.025				0.12	0.2083	47.889	0.5153	24.6759
		Cámara de aire	0.025				0.026	0.9615			
		Viruta / aserrin	0.05				0.09	0.5556			
Plástico	0.006				0.17	0.0353					
TOTALES									53.74		37.1677
TRANSMITANCIA FINAL TÉRMICA U₄									0.6916		

Fuente: Elaboración propia.

TOTALES MUROS TECHOS PISOS S₄ = 179.024, U₄ = 113.6868 y TRANSMITANCIA FINAL DE ENVOLVENTE = 0.6350

3.8.6. Presupuesto

Tabla 3.9: Presupuesto de lana de ovino como aislante térmico en acondicionamiento de I.E. alto andinas de Ayacucho, 2021.

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	Total S/.
1	Trabajos provisionales y trabajos preliminares					1074.18
1.01	Instalaciones Provisionales					50
01.01.01	Energía eléctrica provisional	glb	1	50	50	
1.02	Remociones					401.82
01.02.01	Retiro de falso cielo raso	m2	53.68	2.28	122.39	
01.02.02	Retiro de piso de madera	m2	53.68	3.84	206.13	
01.02.03	Desmontaje de luminarias	pza	6	7.33	43.98	
01.02.04	Desmontaje de interruptores y tomacorrientes	pza	4	7.33	29.32	
1.03	Movilización De Maquinaria Y Herramientas					400
01.03.01	Movilización y desmovilización de maq. Y hrrtas	glb	1	100	100	
01.03.02	Flete terrestre – materiales	glb	1	300	300	
1.04	Trazos, Niveles y replanteo					222.36
01.04.01	Trazo y replanteo	m2	186.86	1.19	222.36	
2	Arquitectura					15204.79
2.01	Muros					3850.64
02.01.01	Muro Interior De Plancha Fibrocemento 1.22m x 2.44m x 4mm	m2	67.65	56.92	3850.64	
2.02	Cielorrasos					2578.25
02.02.01	Falso Cielo Raso Con Plancha De Fibrocemento 1.22m x 2.44m x 4mm	m2	53.68	40.38	2167.6	
02.02.02	Aislante en falso cielo raso	m2	53.68	7.65	410.65	
2.03	Pisos Y Pavimentos					6483.72
02.03.01	Instalación Piso Machihembrado Madera Tornillo 1"x4" (Incl. Aserrín y manga plástica)	m2	53.68	91.43	4907.96	
02.03.02	Instalación Listones De Madera Tornillo Para Piso 2"x3"	p2	178.86	8.81	1575.76	
2.04	Pintura					2292.18
02.04.01	Pintura latex en muros interiores (2 manos)	m2	67.65	9.11	616.29	
02.04.02	Pintura latex en cielo raso (2 manos)	m2	53.68	12.42	666.71	
02.04.03	Barniz en carpintería de madera (2 manos)	m2	53.68	18.8	1009.18	
3	Instalaciones eléctricas					346.98
3.01	Salidas para alumbrado, tomacorrientes E Interruptor					157.58
03.01.01	Reinstalación de tomacorriente	und	3	12.14	36.42	
03.01.02	Reinstalación de interruptor	und	1	12.14	12.14	
03.01.03	Reinstalación de artefactos fluorescente	und	6	18.17	109.02	
3.02	Artefactos					189.4
03.02.01	Sum. E inst. De conductor o cable de energía thw 2.5mm2	m	10	4.61	46.1	
03.02.02	Salida para interruptor	und	1	13.73	13.73	
03.02.03	Salida para tomacorriente	und	3	13.73	41.19	
03.02.04	Salida de techo para centro de luz	und	6	14.73	88.38	
Costo Directo						16,625.95

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.10: Insumos de lana de ovino como aislante térmico en acondicionamiento de I.E. alto andinas de Ayacucho, 2021.

Código	Recurso	Und.	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
101010003	OPERARIO	hh	118.5005	21.94	2599.9
101010004	OFICIAL	hh	51.7268	17.14	886.6
101010005	PEON	hh	55.1363	15.38	848
					4334.5
MATERIALES					
203020002	Flete materiales	vje	1	300	300
204120001	Clavos para madera con cabeza	kg	23.254	5	116.27
2041200020003	Plumon indeleble	und	3.7372	8	29.9
204120004	Clavos p/fijacion	cto	1.9538	8	15.63
210050004	Manga plastica 6 micras a=2.00m	m	110.5808	1	110.58
210050005	Lana de ovino e=50 mm	kg	99.858	5.5	549.22
217030001	Parante metalico pc 89x38x0.9mm l=3.00m	und	53.7818	14	752.95
217030002	Riel metalico pu 90x25x0.9mm l=3.00m	und	23.6775	12	284.13
217030004	Esquinero metálico 31.5mmx0.30mmx3.05m	und	14.6327	8	117.06
222160009	Masilla para drywall astm-c474 (28 kg)	bal	3.9069	55	214.88
231010003	Madera tornillo habilitada	p2	765.6083	7.2	5512.38
231080003	Aserrin	kg	0.671	1	0.67
234050003	Plancha fibrocemento 1.22 x 2.44 x 4mm	und	42.6684	37	1578.73
238010001	Lija para madera	plg	4.58	2	9.16
238010002	Lija para fierro	plg	4.85	2	9.7
240010011	Pintura latex lavable	gal	8.1089	55	445.99
240080012	Thinner	gal	14.3057	20	286.11
240080014	Aguarras mineral	gal	4.2676	24	102.42
240150002	Sellador a base de latex	gal	4.2466	38	161.37
240160001	Barniz marino	gal	5.1533	50	257.67
240170004	Laca selladora para madera	gal	5.4754	44	240.92
240170005	Preservante para madera	gal	1.2162	50	60.81
2410200010005	Cinta aislante 3/4"x20 m	und	0.25	3.5	0.88
241900001	Cinta p/junta papel 50mmx76m	rll	3.5087	15	52.63
244010002	Energía eléctrica 25 - 50 kw	glb	1	50	50
2510300020001	Tornillo autorroscante extraplano 8x1/2" p/f	cto	3.3825	8	27.06
251030003	Tornillo autorroscante t/drywall	und	100	0.2	20
2510300030001	Tornillo autorroscante p/drywall 6" x 1" p/b	cto	31.2042	12	374.45
255100007	Fulminante marron cal 22	cto	1.9531	80	156.25
268090002	Caja rectangular f°g° pesada 4" x 2" x 2.14"	und	4	4.5	18
268130002	Caja de pase octogonal f°g° pesada	und	6	5.5	33
270010057	Cable thw 2.5 mm2	m	10.3	2.5	25.75
					11913.92
EQUIPOS					
301010006	Herramientas manuales	%mo			130.02
301340008	Andamio metálico	hm	118.008	1.25	147.51
390010001	Equipos globales	glb	1	100	100
Total					16,625.95

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla 3.10, se tiene que el presupuesto de construcción de proyectos de acondicionamiento de las instituciones educativas alto andinas de Ayacucho, 2021 tiene un valor total de S/. 16 625.95 soles.

Asimismo, en la siguiente tabla tenemos los recursos requeridos para proyectos de acondicionamiento de I.E. Alto Andinas con aislante térmico de lana de ovino.

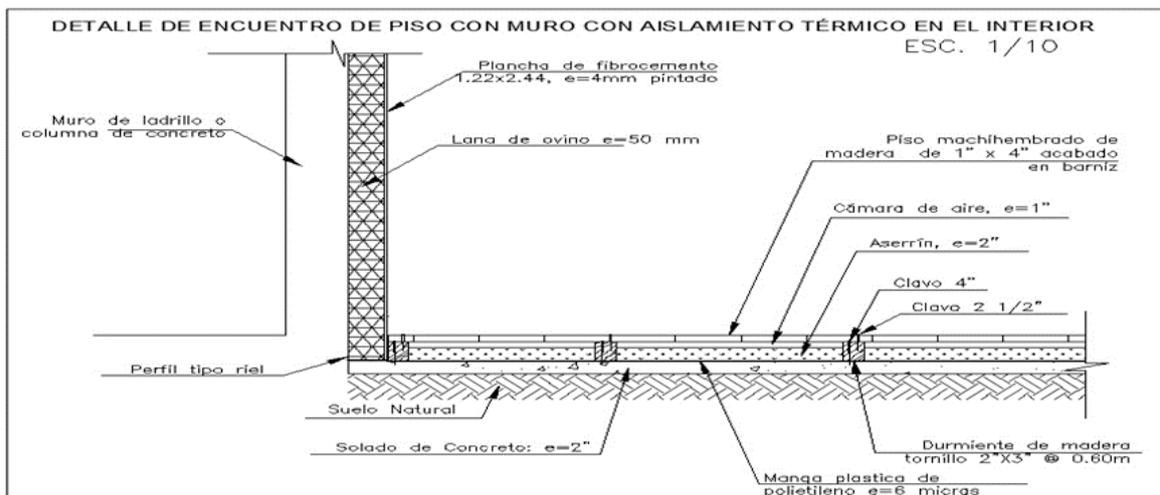


Figura 3.9: Plano de detalle de encuentro de piso con muro con aislamiento térmico en el interior

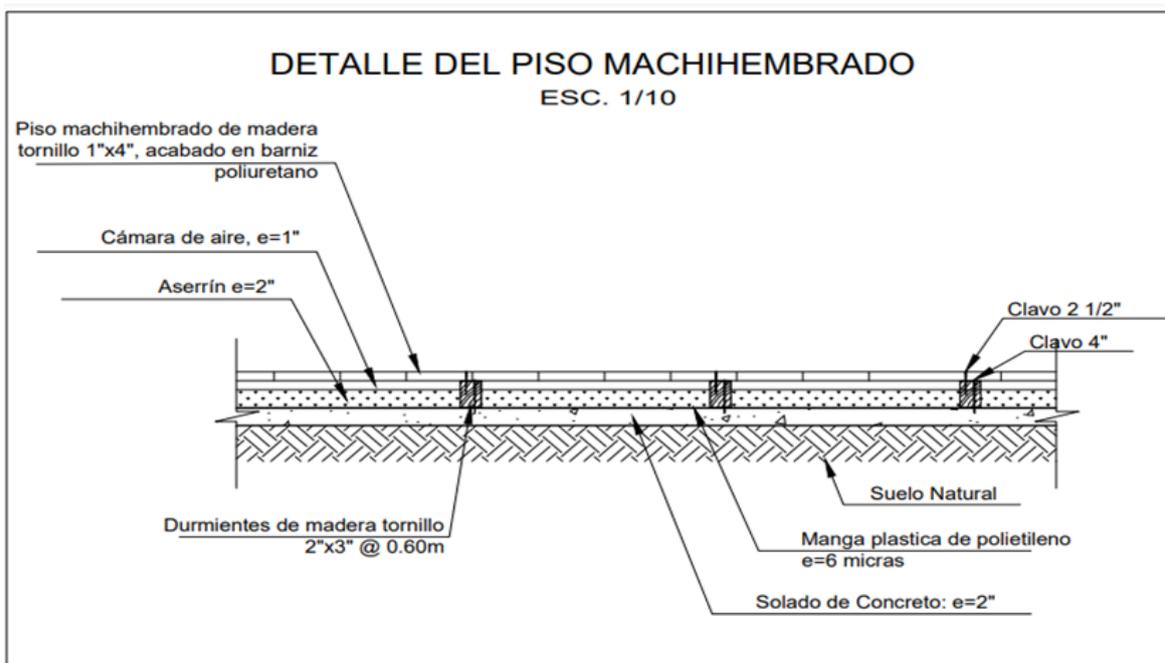


Figura 3.10: Plano de detalle del piso machihembrado

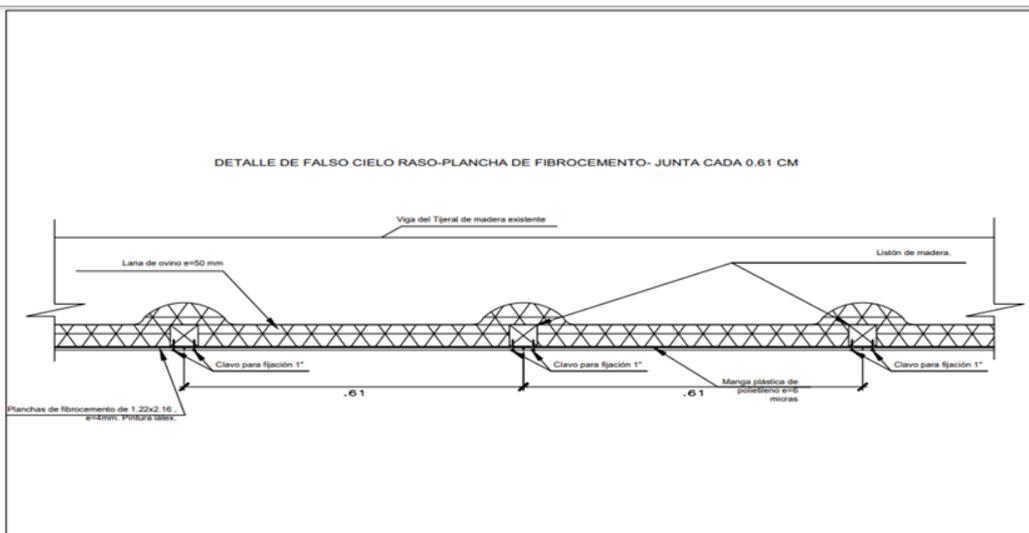


Figura 3.11: Plano de detalle del falso cielo raso plancha de fibrocemento junta cada 0.61 cm

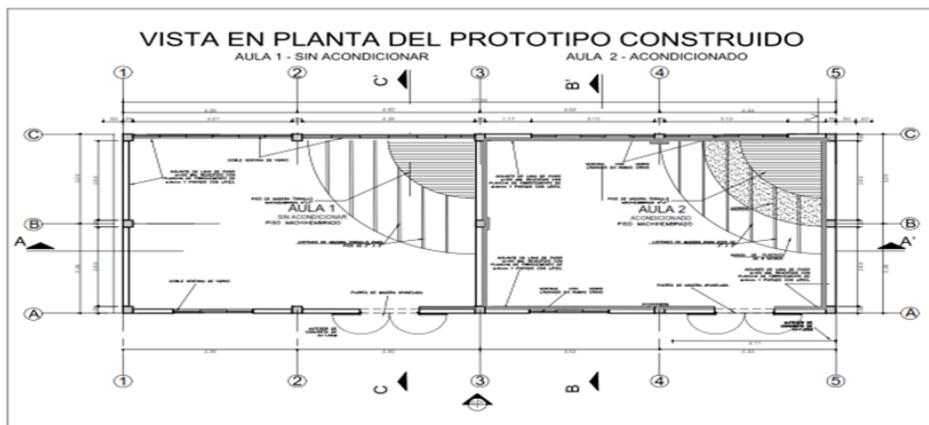


Figura 3.12: Plano de vista en planta del prototipo construido

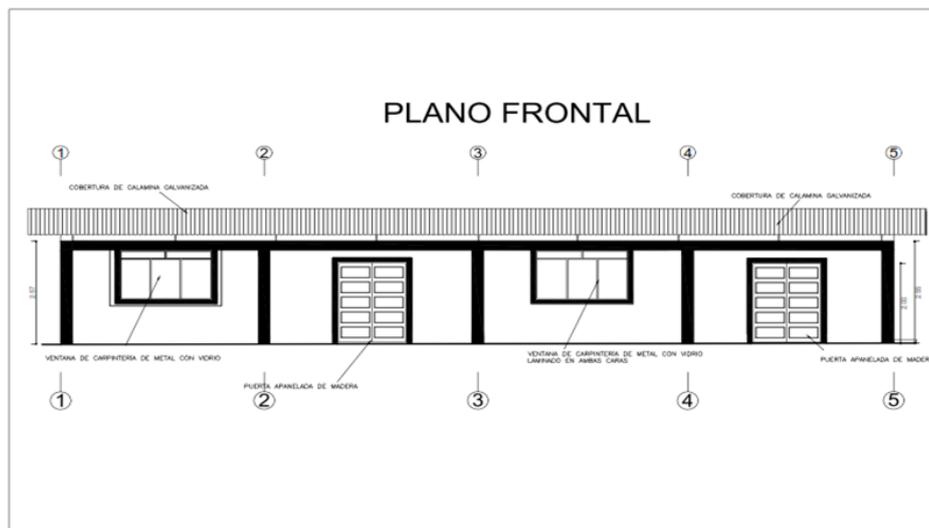


Figura 3.13: Plano frontal del prototipo construido

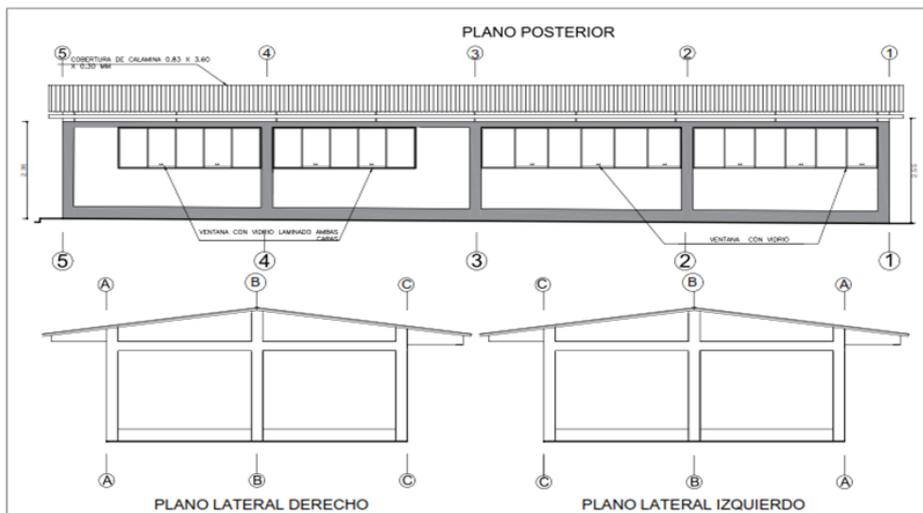


Figura 3.14: Plano posterior del prototipo construido

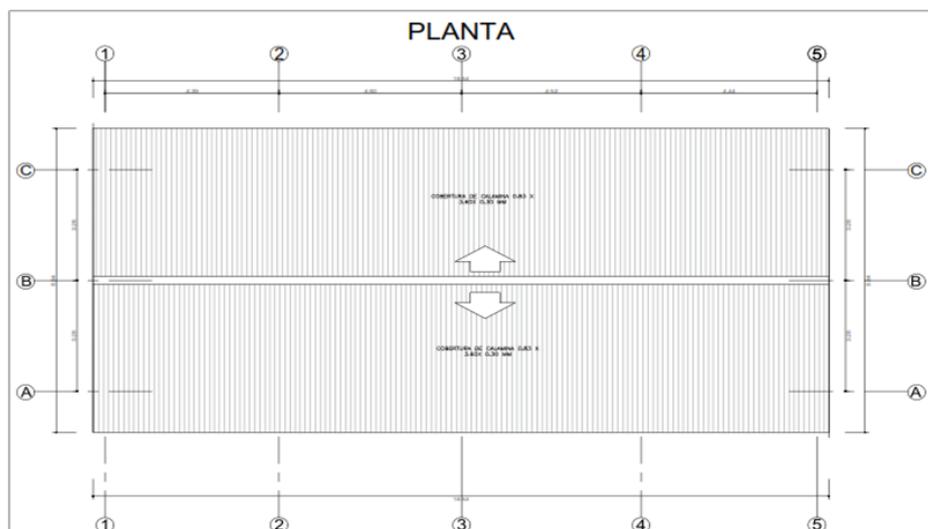


Figura 3.15: Plano planta del prototipo construido

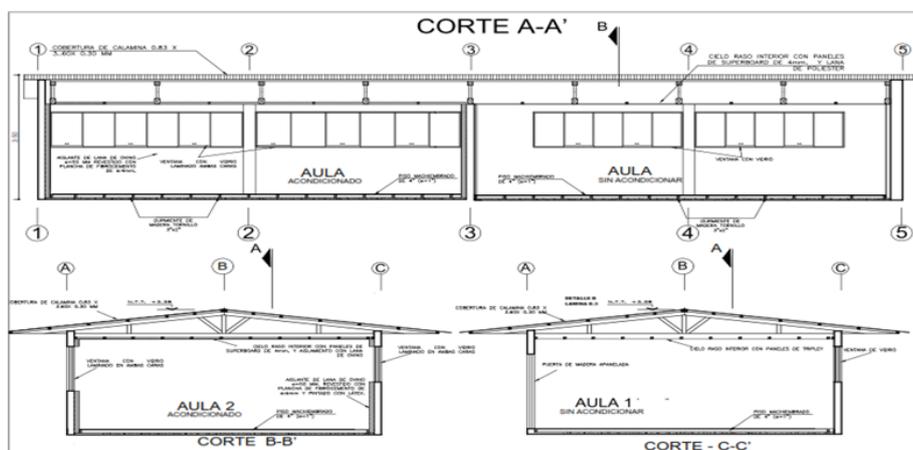


Figura 3.16: Plano planta del prototipo construido

3.8.7. Propiedades ambientales

Este es un aspecto a considerar ya que no todos los elementos se procesan de la misma forma, algunos contaminan en mayor cantidad al momento de ser tratados y este es el punto principal para esta proposición de aislamiento térmico ya que la lana de oveja al ser un producto natural no requiere procesamiento industrial como los demás productos ofrecidos, de modo que no es un contaminante como los anteriores materiales.

Se trata de un producto natural, que no consume tanta energía como otros productos para la elaboración de mantas con efecto aislante, por otra parte, es totalmente reciclable y no supone ningún peligro para la salud humana.

La materia prima se extrae de ovejas que deben ser trasquiladas al menos una vez al año, por lo que no hay impacto en el ecosistema ni daño a los animales, el proceso de obtención de estas mantas de lana contamina en menor cantidad en comparación a otros productos, esta es una ventaja para la proposición de aislante térmico.

3.8.7.1 Análisis de Ciclo de Vida Resumido

Se analizó una investigación realizada por la asesoría ambiental Societat Orgànica, donde compararon el análisis del ciclo de vida (ACV) de los materiales aislantes comunes y buscaron establecer los impactos ambientales de la lana de ovino (RMT-NITA Wool) en comparación con aislamientos térmicos minerales y sintéticos. En esta investigación se analizaron tres indicios de impacto ambiental: emisiones de efecto invernadero, consumo de energía y emisiones tóxicas para el medio ambiente.

Desde un punto de vista ambiental ¿cuál es la mejor opción de aislamiento y por qué? La investigación propone dos formas de comparar a los aislantes térmicos, la primera forma es tratarlo como una unidad de servicio, es decir, que se toma en cuenta las cantidades del material necesarias (un cambio en espesor o densidad) para lograr un valor térmico establecido y la segunda es cotejar el impacto ambiental mediante la cantidad de material (referencia de 1 kg).

Hacer la comparación con la segunda forma resulta muy útil, porque da una idea general de todos los materiales.

En la figura 3.17 se detalla un cuadro con los tres indicios del impacto ambiental.

Primeramente, aparece el poliestireno expandido (espumas sintéticas). Según este cuadro, el consumo de energía final es 117 MJ/kg , seguido de las emisiones de efecto invernadero (CO_2) que propaga $17.27 \text{ kgCO}_2/\text{kg}$, respecto a las emisiones de toxicidad está en $0.328 \text{ PAFm}^2 \text{ yr}$ (fracción de suelo potencialmente afectada), todas estas cantidades muestran que el poliestireno expandido tiene mayor impacto ambiental.

Energia emissions d' efecte hivernacle i toxicitat ambiental causades per la fabricació de diferents materials d' aïllament tèrmic.

Energía, emisiones de efecto invernadero y toxicidad ambiental causadas por la fabricación de distintos materiales de aislamiento térmico.

PRODUCTE PRODUCTO	Energía MJ/Kg Energía MJ/Kg	Emissions KgCO ₂ /Kg Emisiones KgCO ₂ /Kg	Toxicitat PAF*m2yr Toxicidad PAF*m2yr
Poliestirè expandit Poliestireno expandido	117,00	17,27	0,328
Poliuretà projectat Poliuretano proyectado	70,00	10,33	0,344
Fibra de vidre Fibra de vidrio	32,00	1,60	0,049
Llana de roca Lana de roca	22,32	1,41	0,418
Suro Corcho	3,94	0,24	sense dades sin datos
Llana d'ovella (mantells)* Lana de oveja (mantos)*	18,92/16,84	1,55/1,45	0,078/0,085
Llana d'ovella (a granel)* Lana de oveja (a granel)*	13,15/10,96	0,81/0,71	0,071/0,078
Cotó (mantells) Algodón (mantos)	9,69	0,70	0,075
Cotó (a granel) Algodón (a granel)	7,46	0,46	0,068

*bórax / permetrina

Figura 3.17: Indicadores de impacto ambiental

Fuente: Obtenido de Ambiental (2009)

Seguidamente se encuentra la lana de roca (lanas minerales) con un consumo de energía de total de $22,32 \text{ MJ/kg}$, con emisiones de $1,41 \text{ kgCO}_2/\text{kg}$ y una toxicidad ambiental de $0,418 \text{ PAFm}^2 \text{ yr}$. Con estas cantidades se podría decir que tiene un reducido impacto ambiental, pero existe uno menor.

La lana de oveja (de origen natural y renovable), en la presentación de mantos tiene valores de $18,92/16,84 \text{ MJ/kg}$, seguido de $1,55/1,45 \text{ kgCO}_2/\text{kg}$ y por último $0,078/0,085 \text{ PAFm}^2 \text{ yr}$. (esta variación se da dependiendo si tiene el tratamiento con permetrina o bórax). Este material se encuentra en el último lugar por tener el menor impacto ambiental.

La imagen 3.18 detalla las emisiones de efecto invernadero como consecuencia de la manufactura de los materiales aislantes, consideramos alcanzar el mismo resultado de aislamiento térmico, con diferente el espesor y/o densidad.

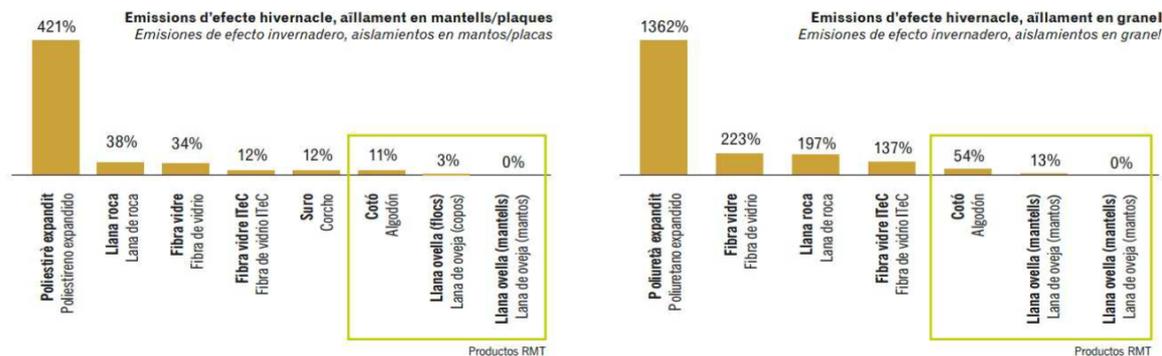


Figura 3.18: Emisiones de efecto invernadero (manto y granel)

Fuente: Obtenido de Ambiental (2009)

Esta es una segunda forma de comparar materiales, esta vez centrado en las emisiones del CO_2 . Ya que para alcanzar el valor de resistencia térmica deseada se cambiara los espesores y/o densidades. Los materiales aislantes necesitan usar equipos para la inyección, pegamentos, mortero adhesivo (normalmente se utiliza en la lana mineral y en la espuma sintética) además de grapas, taladros, insufladoras. Estos materiales llevan al incremento del impacto ambiental, que es una de las principales consideraciones en este estudio.

Otra vez el primer lugar es para el poliestireno expandido que tiene en registro 421 veces más emisiones que la lana de oveja hecha a granel y a 1362 veces más con respecto a la presentación de mantos. Luego se encuentra la lana de roca en comparación con las presentaciones en mantos, placas y granel de lana de oveja, las emisiones registran 38 a 12 veces más y 197 a 15 veces más, respectivamente.

La lana de ovino tiene un menor impacto ambiental, también señalar que no necesita aditivos ni quipo especial para su instalación ya que es manual y no daña la salud. Se puede decir que la lana de oveja tiene un mayor beneficio, ya que al ser un recurso natural genera un menor impacto ambiental respecto a los materiales de uso común. Y esta opción puede tener más desarrollo y continuas mejoras.

(Ambiental, 2009) menciona las recomendaciones para disminuir aún más los impactos ambientales son:

- Basar la producción con la materia prima local (caso que se cumple en la región de Ayacucho).
- Reducir, eliminar o substituir los adhesivos sintéticos en mantos y placas .

- Emplear tratamientos contra hongos e insectos de origen natural y local. Se trata de reducir al mínimo los impactos ambientales: el transporte es una de las variables que incrementa el uso de energía y la emisión de CO_2 , el desafío consiste en que la producción se lleve de forma eco-amigable. Esto depende de la conciencia ambiental y las nuevas ideas que las industrias en el sector aislante planteen para el desarrollo de los productos.

Capítulo IV: Resultados

4.1 Análisis de resultados

Como se mencionó en el capítulo III, se propuso 2 prototipos a escala 1/10 de aulas; en resumen el prototipo 1 no se ha considerado ningún tipo de aislante térmico, mientras en el prototipo 2 se ha considerado el aislamiento térmico de lana de ovino como se aprecia en las figuras 3.6 y 3.7, los resultados mostrados en este capítulo se han obtenido de las mediciones y cálculos desarrollados con respecto al aislamientos térmico, impacto ambiental y el costo para este tipo de proyectos.

4.1.1. Resultado 1

Como se observa y analiza en la figura 4.1, se tiene una diferencia de temperaturas en el aula acondicionada en comparación con el exterior, en un aproximado de 3 a 5 °C, siendo favorable para los niños que estudian, asimismo se nota la diferencia entre el aula acondicionada con aislante térmico y el aula sin intervenir, con una diferencia favorable a la investigación de 1.5 a 3 °C.

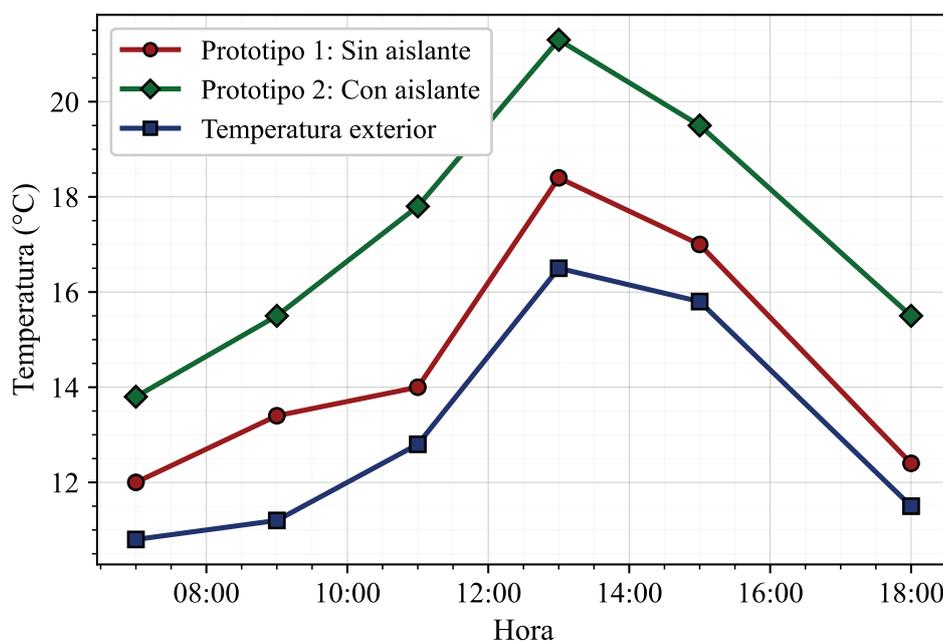


Figura 4.1: Temperaturas en el interior del aula sin intervención, con acondicionamiento y en el exterior

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar hay una diferencia de temperaturas durante el día, así se observó en el modelo elaborado a escala de 1:100.

En la figura 4.2 se observa la diferencia de temperatura entre el exterior (T2) y el interior (T1) del aula con aislante natural de lana de ovino, estas temperaturas se midieron durante 15 días en el prototipo 2, para comprobar la eficacia del producto y la conservación de temperatura casi constante en el interior de la vivienda a pesar del cambio de temperatura en el exterior (efecto visto en la figura 4.3), con respecto a estas temperaturas se tuvieron diferencias de 3, 4 y 5 °C a favor de la temperatura del interior del aula modelo o prototipo a escala.

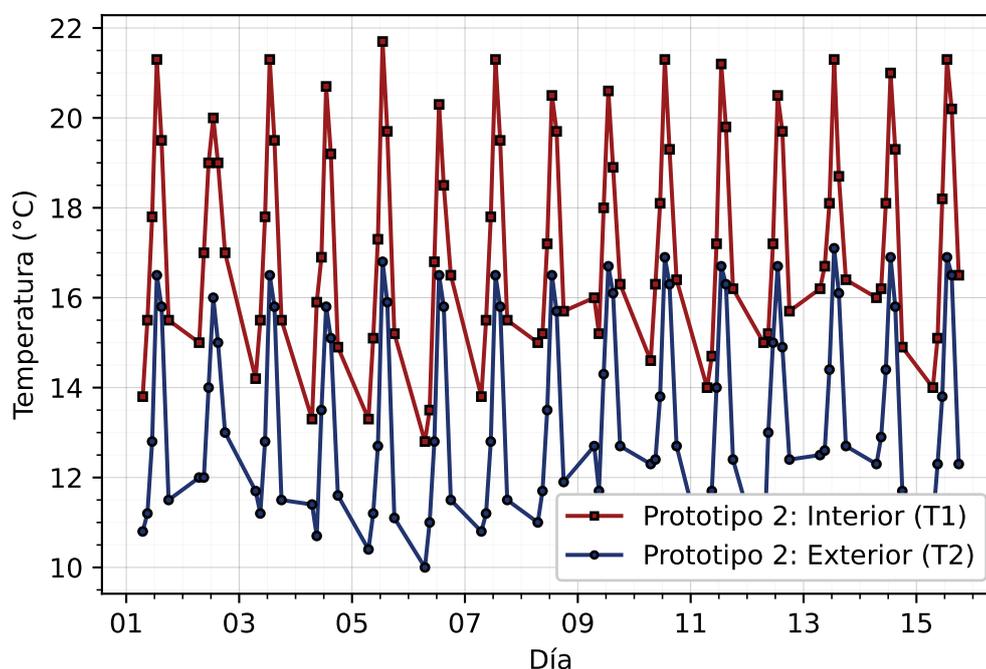


Figura 4.2: Temperaturas del interior y exterior del prototipo de aula a escala con aislante térmico lana de oveja durante 15 días.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.3 señala con una línea azul la temperatura promedio en el interior del aula, el cual continua en un rango constante durante los 15 días medidos, mientras la línea roja muestra la variación exterior de temperatura, sin embargo, la temperatura al interior del aula con aislamiento con lana de oveja perdura, entonces cumple con su función de conservar un confort térmico interior.

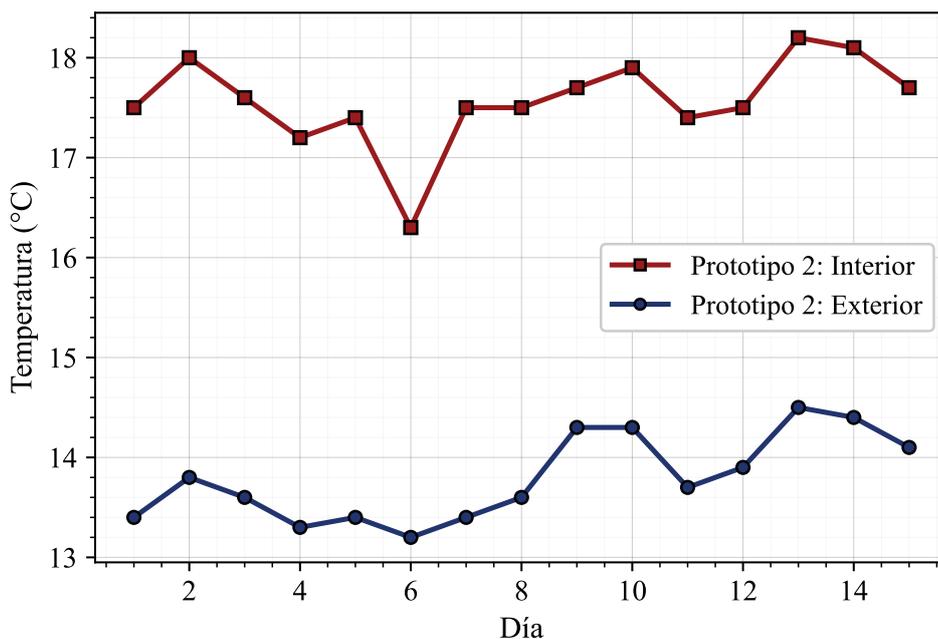


Figura 4.3: Temperaturas promedio del interior y exterior del prototipo de aula a escala (1/10) con aislante térmico lana de oveja durante 15 días.

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Resultado 2

Se analizó los estudios de impacto ambiental de la lana de ovino como aislador térmico con respecto emisiones de efecto invernadero, al consumo de energía y emisiones toxicas para el medio ambiente con respecto al aislante térmico de poliestireno expandido, lana de roca y lana de ovino, este último es el nuestro objeto de estudio.

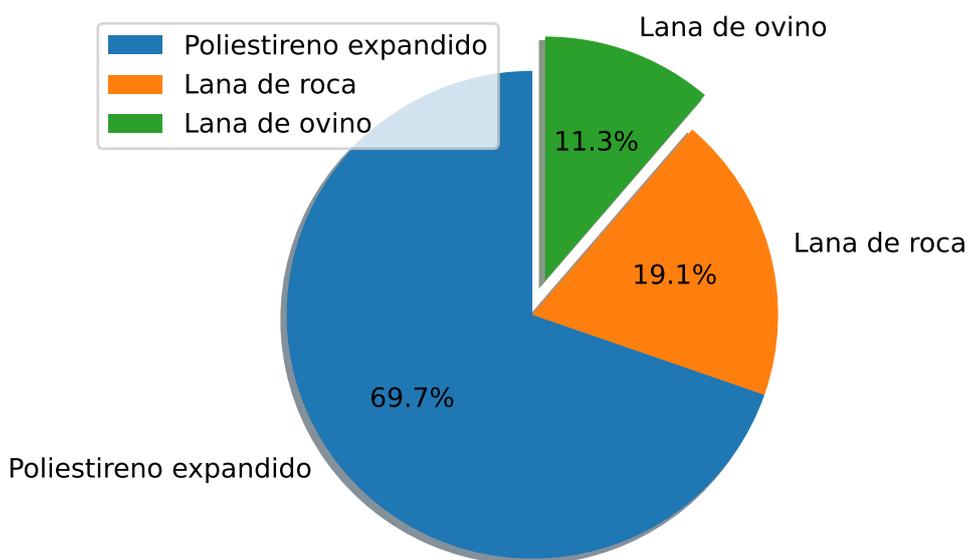


Figura 4.4: Indicador de impacto ambiental: Consumo de energía (MJ/kg)

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.4 se observa el consumo de energía de los aislantes analizados, donde la lana de ovino tiene el menor porcentaje de consumo de energía con un valor de 11.3 %.

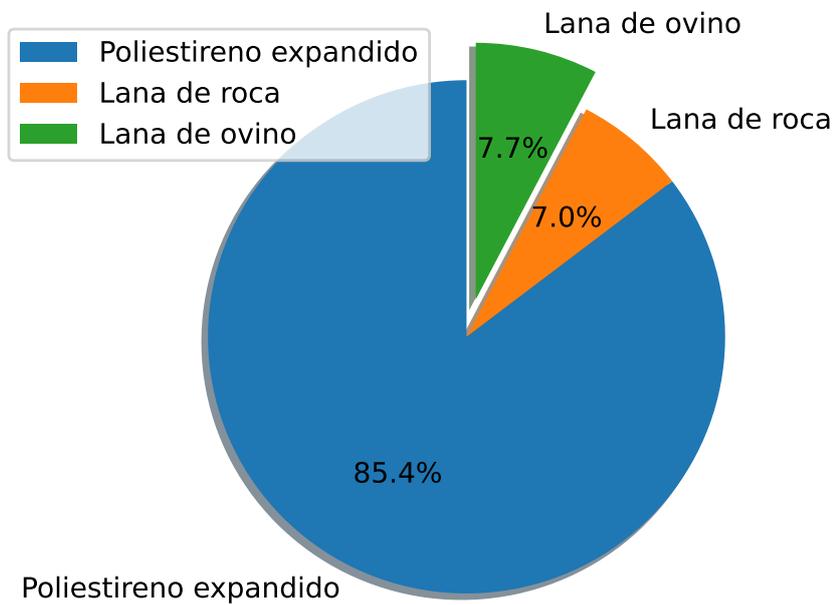


Figura 4.5: Indicador de impacto ambiental: Emisiones de efecto invernadero (kgCO₂/kg)

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a las emisiones de efecto invernadero, en la figura 4.5 observamos que la lana de ovino y la lana de roca tienen porcentajes bajos con respecto al poliestireno expandido.

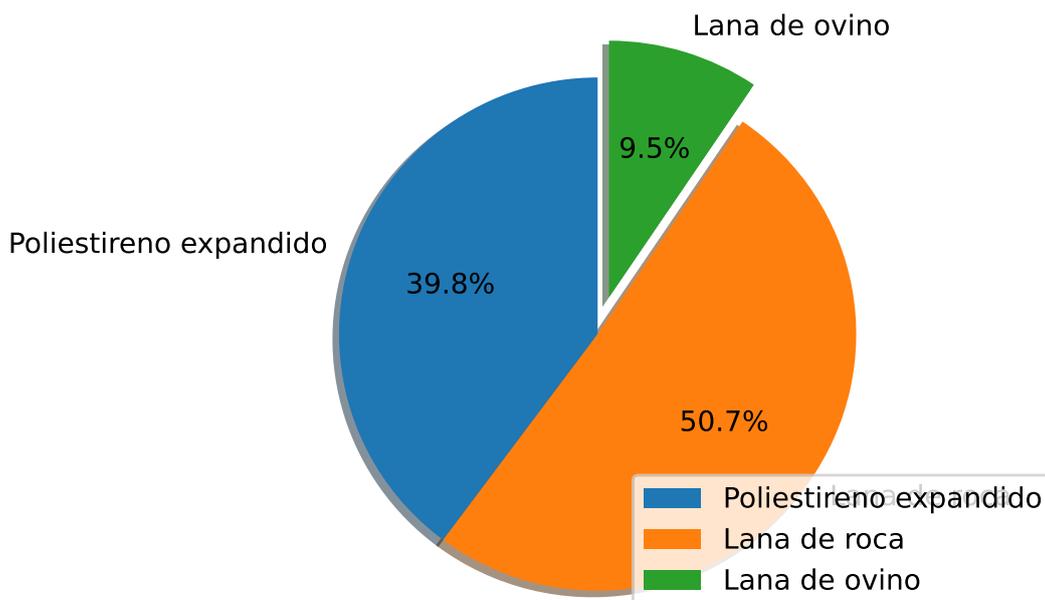


Figura 4.6: Indicador de impacto ambiental: Emisiones tóxicas para el ambiente (PAFm₂yr)

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las emisiones de toxicidad medidos en fracción de suelo potencialmente afectada, la lana de ovino tiene el menor impacto con un porcentaje de 9.5 % respecto a los otros dos aisladores térmicos.

También se debe tener en cuenta el proceso de fabricación ya que en esta etapa se determina la contaminación del material a analizar, y existen materiales durante el proceso están más contaminados que otros, para el caso de la producción de aislantes a base de la lana de ovino, se puede llevar a cabo artesanalmente, es decir, trasquilado y lavado de lana manualmente, prensado con agua caliente y secado natural, o un proceso industrial para producir cantidades más grandes, de esta manera no causan una contaminación generalizada, preservando así el efecto ambiental de usar un producto natural.

Por último cabe señalar que la lana de oveja tiene una propiedad muy significativa, la cual es que tiene una mayor capacidad de absorción de la humedad (higroscópica) y debido a que las ovejas se hallan por toda la sierra peruana, la lana un producto natural y renovable.

4.1.3. Resultado 3

Con respecto a los precios de los materiales en la elaboración del aislante térmico con lana de ovino se realizó un análisis presupuestal, en la tabla 4.1 se muestra un resumen, donde el presupuesto total para el acondicionamiento con aislantes térmicos lana de ovino de un aula de 186 m² fue de S/. 16625.95.

Tabla 4.1: Resumen de presupuesto.

Item	Descripción	Total S/.
1	Trabajos provisionales y trabajos preliminares	1074.18
2	Arquitectura	15204.79
3	Instalaciones eléctricas	346.98
Costo directo		16625.95

Fuente: Elaboración propia.

De lo anterior se deduce que por 1 m², de un aula con similar geometría, se gasta S/. 89.40 para su acondicionamiento térmico con lana de ovino. Por otra parte la lana de ovino tuvo un costo de S/. 5.5 por kilogramo.

Conclusiones

Esta investigación consintió en describir, mostrar y analizar la utilización de la lana de ovino como aislante térmico en instituciones públicas, para lo cual se ha realizado 2 prototipos de aulas, el primero sin ningún aislador térmico, mientras que el segundo con aislantes térmico hecho con lana de ovino, a continuación, se presenta las conclusiones de los resultados obtenidos al analizar las temperaturas dentro y fuera de los prototipos de aulas, también los resultados del impacto ambiental por el uso de la lana de ovino como aislante térmico y por ultimo el costo por el uso de la lana de ovino en proyectos de mantenimiento para las instituciones públicas alto andinas de la ciudad de Ayacucho.

- Los prototipos 1 y 2 realizados a escala 1 en 10, se han tomado medidas de las temperaturas durante un horario diurno (7:00 a 18:00 horas), también se ha realizado mediciones de temperaturas interiores y exteriores durante 15 días, de los cuales se ha registrado una diferencia de temperatura de 3, 4 y 5 °C a favor del interior del aula con aislamiento de lana de ovino, por tal motivo este material es eficiente como aislante térmico.
- Se ha realizado una evaluación del impacto ambiental en la obtención y tratamiento de la lana de ovino como aislador térmico con respecto al consumo de energía, emisiones de efecto invernadero y emisiones toxicas que hacen referencia, donde queda demostrado que la lana de ovino ocupa menos impacto ambiental frente a otros materiales, debido a sus características ecológicas y la ventaja de su instalación fácil, por esta el uso de la lana de ovino como aislante térmico es propuesta es viable con respecto al aspecto ecológico.
- Se ha analizado los precios de los materiales para acondicionar un aula con la lana de ovino en la región de Ayacucho, en la actualidad debido al uso y mayor demanda en el mercado de la región de Ayacucho el precio del costo directo para adecuar una instituciones públicas alto andinas de la ciudad de Ayacucho cuesta alrededor de S/. 16625.95, comparado

Recomendaciones

1. En el desarrollo de esta propuesta se apreció que nuestro país aún carece de normatividad para este tipo de aislamiento, por lo que es necesario comenzar a desarrollar normas con el fin de contribuir y promover el uso de este material aislante térmico natural.

Referencias Bibliográficas

- Amador, O. (2009). *Evaluación experimental de materiales térmicos para viviendas*. Instituto Tecnológico y de estudios superiores de Monterrey.
- Ambiental, S. O. (2009). Aislamiento térmico natural. Análisis de ciclo de vida y oportunidades de mejora.
- Atahuachi, L., & Carcausto, Q. (2018). *Aislante Termoacústico a base de stipa ichu para atenuar el ruido y cambios drásticos de temperatura en viviendas de sectores en expansión urbana de la ciudad de Puno*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Caihuara, M. F. (2021). *Plan de negocio: aislante térmico con lana de oveja*. Universidad Boliviana de Informática.
- Cárdenas, B. (2005). *Conductividad térmica*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- ISO. (2016). *Ergonomía del ambiente térmico*. <https://doi.org/INTE/ISO7730:2016>
- Krajinovic, M. (2006). *Sheep and Goat Farming (origin Ovcarstvo i Kozartstvo)*. Agriculture Faculty, University in Novi Sad.
- Mendoza, F. (2021). *Aislante Termico Lana de Oveja Caihuara*.
- MINAGRI, M. (2013). *Manual de ovinos y las buenas prácticas*. <http://agroaldia.minag.gob.pe>
- MINAM. (2019). *Medidas de coeficiencia para els ector público*.
- MINEDU. (2019). *Minedu recomienda flexibilizar horarios en escuelas altoandinas por heladas y friaje*. MINEDU. <https://www.gob.pe/institucion/minedu/noticias/28315-minedu-recomienda-flexibilizar-horarios-en-escuelas-altoandinas-por-heladas-y-friaje>
- Ortiz, L. (2018). *Diseño y propuesta de un sistema de aislamiento térmico en paredes residenciales a base de lana de oveja*. Universidad de las Américas.
- Oscar, T. (2009). *Cadena productiva de lana de obeja en el sector textil y de confecciones*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Peña, O., & Roman, R. (2018). *Diseño de un aislante térmico a base de fibras naturales para mitigar el impacto de las heladas en la comunidad de Cupisa*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- PERULACTEA. (2019). *Evolución y Mejoramiento del ovino en el Perú*. <http://www.perulactea.com/2019/08/12/evolucion-y-mejoramiento-del-ovino-en-el-peru/>

- Pizarro, A. (2020). *Estudio técnico para la implementación de la lana de oveja como aislante en Chile*. Tesis de grado Universidad técnica Federico Santa María.
- Portuguez, M., & Calderon, B. (2020). *Influencia de la fibra de lana de oveja en las unidades de adobe para mejorar las propiedades mecánicas de la mampostería*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- PROLANA. (2018). *Manual de acondicionamiento de lanas (PROLANA)*.
- RM-NITA. (2014). *Recuperación de materiales textiles*. <http://rmt-nita.es/esp/wool.php>
- RM-NITA. (2016). *Recuperación de materiales textiles*. <https://rmt-nita.es/:%20https://rmt-nita.es/>
- SENAMHI. (2016). *Pronóstico meteorológico*. <https://www.senamhi.gob.pe>
- So, S. (2008). *Anàlisi ambiental dels aïllaments de llana d'ovella i de multifibres fabricats per RMT*.
- Tuzcu, T. (2007). *Hygro-Thermal Properties of Sheep Wool Insulation* (Delft). Delft University of Technology.

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS****ACTA N° 021-2023-FIMGC**

En la ciudad de Ayacucho, en cumplimiento a la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 113-2023-FIMGC-D**, siendo los veintidós días del mes de febrero del 2023, a horas 8:00 am.; se reunieron los jurados del acto de sustentación, en el Auditorium virtual google meet del Campus Universitario de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Siendo el Jurado de la sustentación de tesis compuesto por el presidente el **Dr. Ing. Efraín Elías PORRAS FLORES**, Jurado el **MSc. Ing. Moisés Nico BARBARÁN ORIUNDO**, Jurado - Asesor el **MSc. Ing. Hemerson LIZARBE ALARCÓN** y secretario del proceso el **Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR**, con el objetivo de recepcionar la sustentación de la tesis denominada **“LANA DE OVINO COMO AISLANTE TÉRMICO EN PROYECTOS DE ACONDICIONAMIENTO DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS ALTO ANDINAS DE AYACUCHO, 2021”**, presentado por el/la Sr./Srta., **Esteban PERALTA QUISPE**, Bachiller en **Ciencias de la Ingeniería Civil**.

El Jurado luego de haber recepcionado la sustentación de la tesis y realizado las preguntas, el sustentante al haber dado respuesta a las preguntas, y el Jurado haber deliberado; califica con la nota aprobatoria de **15 (quince)**.

En fe de lo cual, se firma la presente acta, por los miembros integrantes del proceso de sustentación.



Dr. Efraín Elías Porras Flores
DECANO

Firmado digitalmente por
Efraín Elías Porras Flores
Fecha: 2023.02.28
09:00:42 -05'00'

Dr. Ing. Efraín Elías PORRAS FLORES
Presidente

MSc. Ing. Moisés Nico BARBARÁN ORIUNDO
Jurado

MSc. Ing. Hemerson LIZARBE ALARCÓN
Jurado Asesor

Firmado digitalmente por
LEZAMA CUELLAR
CHRISTIAN

Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR
Secretario del Proceso

C.c.:
Bach. Esteban PERALTA QUISPE
Jurados (3)
Archivo

**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN****CONSTANCIA N° 020-2023-FIMGC**

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajos de tesis de pregrado con el software Turnitin, en segunda instancia para las **Escuelas Profesionales de la Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil**; en cumplimiento a la **Resolución de Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU**, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y **Resolución Decanal N° 281-2022-FIMGC- UNSCH-D**, deja constancia de originalidad de trabajo de investigación, que el/la Sr./Srta.

Apellidos y Nombres : PERALTA QUISPE, Esteban
Escuela Profesional : INGENIERÍA CIVIL
Título de la Tesis : LANA DE OVINO COMO AISLANTE TÉRMICO EN PROYECTOS DE ACONDICIONAMIENTO DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS ALTO ANDINAS DE AYACUCHO, 2021
Evaluación de la Originalidad : 24 % Índice de Similitud
Identificador de la entrega : 2014156229

Por tanto, según los Artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es **PROCEDENTE** otorgar la **Constancia de Originalidad** para los fines que crea conveniente.

En señal de conformidad y verificación se firma la presente constancia

Ayacucho, 14 de febrero del 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil

Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR
Verificador de Originalidad de Trabajos de Tesis de Pregrado
Departamento Académicos de Matemática y Física

**LANA DE OVINO COMO
AISLANTE TÉRMICO EN
PROYECTOS DE
ACONDICIONAMIENTO DE LAS
INSTITUCIONES EDUCATIVAS
ALTO ANDINAS DE AYACUCHO,
2021**

por Esteban Peralta Quispe

Fecha de entrega: 14-feb-2023 01 :00p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2014156229

Nombre del archivo: Tesis_Esteban_Peralta_Quispe_EPIC.pdf (6.97M)

Total de palabras: 13476

Total de caracteres: 66793

LANA DE OVINO COMO AISLANTE TÉRMICO EN PROYECTOS DE ACONDICIONAMIENTO DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS ALTO ANDINAS DE AYACUCHO, 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	9%
2	dspace.udla.edu.ec Fuente de Internet	5%
3	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	4%
4	es.scribd.com Fuente de Internet	2%
5	repositorio.usm.cl Fuente de Internet	1%
6	doczz.es Fuente de Internet	1%
7	www.doria.fi Fuente de Internet	<1%
8	quesodeoveja.org Fuente de Internet	<1%

9	es.statista.com Fuente de Internet	<1 %
10	Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS Trabajo del estudiante	<1 %
11	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
13	lunazul.ucaldas.edu.co Fuente de Internet	<1 %
14	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
15	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
16	www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas Activo
 Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 30 words