

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL



**Conductividad térmica de piso y techo para una vivienda
alto andina adicionando Stipa ichu y mucílago de nopal
(Opuntia ficus-indica) en el Distrito: Malvas - Provincia:
Huarmey - Departamento: Ancash.**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Minaya Chavesta, Lina Kimberlhy

Asesor:

Castañeda Gamboa, Rogelio

Chimbote – Perú

2020

PALABRAS CLAVE:

TEMA: CONDUCTIVIDAD TÉRMICA.

ESPECIALIDAD: VIVIENDA.

KEYWORDS:

THEME: THERMAL CONDUCTIVITY.

SPECIALTY: HOUSING.

LINEAS DE INVESTIGACIÓN

OCDE

ÁREA

Ingeniería y tecnología.

SUB AREA

Ingeniería Civil

DISCIPLINA

Ingeniería civil.

Ingeniería de la construcción.

LINEA DE INVESTIGACIÓN

CONSTRUCCIÓN Y GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

TÍTULO:

Conductividad térmica de piso y techo para una vivienda alto andina adicionando Stipa ichu y mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) en el Distrito: Malvas - Provincia: Huarmey - Departamento: Ancash

TITLE:

Thermal conductivity of floor and ceiling for a high Andean house adding Stipa ichu and prickly pear mucilage (*Opuntia ficus-indica*) in the district: Malvas - province: Huarmey - department: Ancash.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se determinó y comparo la conductividad térmica de las nuevas unidades heterogéneas del piso y techo con las unidades de construcción tradicional, las nuevas unidades consisten en la construcción de placas de tierra adicionado mucilago de nopal hasta el porcentaje determinado en el ensayo de proctor, además de una capa Stipa ichu debidamente embebido con mucilago de nopal la misma que se convierte en un aislante térmico.

El proceso para la elaboración del mucilago de nopal consiste en la habilitación de las hojas de nopal cortados trozos 1 cm x 1 cm y colocado en un recipiente de agua con la finalidad de extraer el mucilago de nopal, la misma es un aglomerante para la unión de las fibras de Stipa ichu.

Para los ensayos del laboratorio, el Stipa ichu se seleccionó y fragmento a una longitud promedio de 10 cm de acuerdo a las dimensiones del modelo; la misma que se acondiciono con los materiales y las dimensiones indicadas en los planos con la finalidad exclusiva de hacer las demostraciones en el laboratorio con resultados óptimos, de acuerdo a la Norma Peruana EM-110.

El diseño de los modelos son cubos de madera para las muestras patrón y, experimental; en las que se implementó las muestras representativas del estudio. En el caso del piso: se colocaron una capa de tierra tratada con mucilago de nopal hasta una altura de 10 cm, y como capa intermedia Stipa ichu embebido con mucilago de nopal de igual espesor (10cm).

En el techo, en la parte que corresponde al cielo raso una capa de yeso 1.5 cm, otra capa de caña brava de 2.54cm, a continuación, una capa de Stipa ichu embebido con mucilago de nopal de 8 cm de espesor, seguidamente una capa de tierra humedecida con mucilago nopal con un espesor 8cm, finalmente queda un espacio vacío de 1.6 cm entre la cara superior de las placas de tierra mejorada y la cara inferior de la cubierta

de calamina. La misma que actúa como aislante térmico ya que su flujo es controlado por los marcos de madera que corresponde a las correas de soporte en las cubiertas.

La muestra patrón en el piso fue un bloque de tierra compactada de 10 cm de espesor, en el caso del techo se tomó como muestra la cubierta en calamina sin ningún material complementario adjunto; es decir material homogéneo.

Para alcanzar el objetivo propuesto se hizo ensayos, límites Atterberg, Análisis Granulométrico, Ensayo potencial de hidrógeno, Viscosidad del mucilago de nopal, Proctor modificado; cuyos resultados se compilaron usando mediante la metodología estadística.

Los reportes del laboratorio del ensayo de conductividad térmica para el piso fueron los siguientes: 0.734 W/mK (material homogéneo patrón) y, 0.20 W/mK (mezcla heterogénea experimental).

Los reportes del laboratorio del ensayo de conductividad térmica del techo fueron los siguientes: 0.51 W/mK (mezcla homogénea patrón) y, 0.0037 W/mK (mezcla heterogénea experimental).

ABSTRACT

This research paper was determined and compared the thermal conductivity of the new heterogeneous floor and ceiling units with traditional construction units, the new units consist of the construction of ground plates added nopal mucilage to the percentage determined in the proctor assay, in addition to a Stipa ichu layer properly embedded with nopal mucilage the same one that becomes a thermal insulator.

The process for making the nopal mucilage consists of enabling the nopal leaves cut 1 cm x 1 cm and placed in a water container in order to extract the nopal mucilage, it is binder for the union of Stipa ichu fibers.

For laboratory tests, the Stipa ichu was selected and fragmented at an average length of 10 cm respect to dimensions model; materials and dimensions must be conditioned according to the plans with the purpose of making demonstrations in the laboratory with optimal results, according to Peruvian Em-110 Standard.

The design of the models are wooden cubes for the standard and experimental samples; where representative samples of the study were implemented. In the case of the floor: a layer of soil treated with nopal mucilage was placed up to a height of 10 cm and an intermediate layer Stipaichu embedded with nopal mucilage of equal thickness (10cm) and an intermediate layer of Stipa ichu embedded with nopal mucilage of equal thickness 10 cm.

On the ceiling, in the part that corresponds to the ceiling a layer of plaster 1.5 cm, another layer of cañe brava of 2.54cm, then, a layer of Stipa ichu embedded with 8 cm thick nopal mucilage, then a layer of soil moistened with nopal mucilage with a thickness of 8cm, finally there is an empty space of 1.6 cm between the top face of the improved ground plates and the lower face of the calamine cover. The same one that acts as a thermal insulator since its flow is controlled by the wooden frames that correspond to the support straps on the decks.

the pattern sample on the floor was a compacted earth block 10 cm thick, in the case of the roof was taken as a sample the cover in calamine without any supplementary material attached; that is to say homogeneous material.

To achieve this goal was testing, a series of tests were carried out, such as atterberg limit test, granulometry analysis, potential hydrogen test, viscosity of nopal mucilage, modified Proctor; whose results were processed, analyzed and interpreted with the statistical methodology.

Laboratory reports of the thermal conductivity test for the floor were as follows: 0.734 W/m (standard homogeneous material) and 0.20 W/mK (experimental heterogeneous mixture).

Laboratory reports of the thermal conductivity test of the ceiling were as follows: 0.51 W/mK (homogeneous standard mixture) and, 0.0037 W/mK (experimental heterogeneous mixture).

ÍNDICE

TEMA:	Página N°
Palabras clave: en español e inglés – Línea de investigación.....	i
Título de la investigación.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Índice.....	v
Introducción.....	1
Metodología.....	28
Resultados.....	33
Análisis y discusión.....	51
Conclusiones.....	57
Recomendaciones.....	61
Referencias bibliográficas.....	63
Agradecimientos.....	67
Anexos y apéndice.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Zonificación bioclimática del Perú	8
TABLA 2. Valores máximos de transmitancias térmicas	9
TABLA 3. Sistema AASHTO – Clasificación de Suelos.	10
TABLA 4. Sistema USCS - Clasificación de Suelos	11
TABLA 5. Clasificación de partículas	15
TABLA 6. Tamaño de abertura de los tamices o mallas.....	15
TABLA 7. Composición de Stipa ichu	20
TABLA 8. Composición química de la paja (Stipa ichu)	20
TABLA 9. Conductividad térmica aparente y densidad de esteras para la disposición de fibras unidireccionales de 25.4mm de espesor.....	21
TABLA 10. Composición química del mucílago (Opuntia ficus-indica)	23
TABLA 11. Clasificación de la Conductividad Térmica de los materiales	24
TABLA 12. Variable Dependiente - Conductividad térmica.....	25
TABLA 13. Variable Independiente	26
TABLA 14. Ensayo De Conductividad Térmica	31
TABLA 15. Técnica e instrumento	32
TABLA 16. Limite Liquido De Calicata N° 01.	34
TABLA 17. Limite Plástico	35
TABLA 18. Análisis granulométrico	36
TABLA 19. pH de mucilago de nopal del distrito de Malvas.....	37
TABLA 20. Viscosidad del mucilago de nopal	37
TABLA 21. Datos de Proctor Modificado Patrón.....	41
TABLA 22. Datos de Proctor Modificado Experimental.....	41
TABLA 23. Ensayo De Conductividad Térmica (W/mk) Del Piso Patrón.....	42

TABLA 24. Ensayo De Conductividad Térmica (W/mk) Del Piso Con Adición Del 50% Piedra,25% Stipa Ichu y 25% Tierra compactada (insumo mucilago de nopal 15.2 lt/m2).....	43
TABLA 25. Ensayo De Conductividad Térmica (W/mk) Del Techo Patrón.	43
TABLA 26. Ensayo De Conductividad Térmica (W/mk) Del Techo Con Adición Del 7.5 % yeso, 12.5% cana brava,40% Stipa ichu, 40% tierra compactada (insumo mucilago de nopal 12.16 lt/m2)	44
TABLA 27. Distribución De Cubos De Madera Para Techo, Según Conductividad Térmica Por Grupos De Estudio Y Medidas Estadísticas	44
TABLA 28. Distribución De Cubos De Madera Para Piso, Según Conductividad Térmica Por Grupos De Estudios Y Medidas Estadísticas	47

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Zonificación bioclimática	8
FIGURA 2. Tipo de grupo de arcilla	14
FIGURA 3. Equipos para determinar limite líquido y limite plástico del suelo.....	16
FIGURA 4. Micrografías SEM de Stipa ichu que muestra la Estructura interna y externa.....	20
FIGURA 5. Mediciones Morfométricos del Cladodio	22
FIGURA 6. Aparato con un transductor de flujo de calor y uno muestra	25
FIGURA 7. Limite líquido.....	34
FIGURA 8. Clasificación de Suelo (AAHSTO).....	35
FIGURA 9. Clasificación de Suelo (SUCS).....	35
FIGURA 10. Curva granulometría	37
FIGURA 11. Dimensionamiento y acomodo de elementos componentes del piso....	38
FIGURA 12. Dimensionamiento y acomodo de los elementos componentes del Techo	

.....	40
FIGURA 13. Proctor Modificado Patrón y Experimental.	42
FIGURA 14. Conductividad Térmica De La Muestra Patrón y Experimental – Piso	43
FIGURA 15. Conductividad Térmica De La Muestra Patrón y Experimental –Techo	44
FIGURA 16. Ubicacion del Estudio	71
FIGURA 17. Visita a la Zona de Estudio	71
FIGURA 18. Calicata de la Zona de Estudio	72
FIGURA 19. Recolección de cladodios de Nopal	72
FIGURA 20. Limpieza de los cladodios	73
FIGURA 21. Fraccionamiento de los Cladodios de Nopal. Fraccionamiento de los Cladodios de Nopal.....	73
FIGURA 22. Sumergido de los cladodios fraccionados en agua por un periodo de 7 días	74
FIGURA 23. Extracción del mucílago de nopal mediante un proceso mecánico	74
FIGURA 24. Ensayo de viscosidad del mucilago de nopal en el laboratorio de hidráulica de la universidad San Pedro	75
FIGURA 25. Recolección de Stipa ichu	75
FIGURA 26. Habilitación del Stipa ichu a una longitud de 10cm para piso y techo .	76
FIGURA 27. Recolección de la muestra de suelo	76
FIGURA 28. Tamizado de la muestra de suelo	77
FIGURA 29,30,31. Ensayo de Atterberg- Limite Liquido	77
FIGURA 32. Muestras para el secado en horno - Limite Plástico.....	78
FIGURA 33. Se habilito 4 bolsa de 6 kilos para la muestra patrón y 4 bolsas de 6 kilos para la muestra experimental	78
FIGURA 34. Proceso de adición de agua en porcentaje en peso de la muestra suelo (2%,5%,8%,11%)	79
FIGURA 35. Separación de la muestra del suelo para el proceso de compactado.....	79

FIGURA 36. Humedecimiento de la muestra del suelo Experimental con Mucilago de Nopal	80
FIGURA 37. Mezclado de la muestra del suelo con Mucilago de Nopal.....	80
FIGURA 38. Supervisión en el proceso de compactado para el Proctor Modificado	81
FIGURA 39. Proceso de compactado	82
FIGURA 40. En proceso de moldeado se retira el collar y se emparejo en la parte superior del molde	82
FIGURA 41. Verificación del molde para moldear muestras para Piso y Techo del Estudio	83
FIGURA 42. Desmoldeo de la muestra Patrón y Experimental	83
FIGURA 43. Secado en horno de las muestras del suelo patrón y experimental	84
FIGURA 44. Colocación de la capa de Stipa ichu en la muestra experimental	84
FIGURA 45. Estructuración de la muestra de techo que contiene cana brava, Stipa ichu y Bloque de tierra compactada.....	85
FIGURA 46. Ensayo de Conductividad Térmica para el piso patrón y experimental Bajo la norma ASTM D-7984, realizado en la Universidad Nacional Ingeniería	85
FIGURA 47. Ensayo de Conductividad Térmica para el techo patrón y experimental Bajo la norma ASTM D-7984,realizado en la Universidad Nacional Ingeniería.....	86

INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCION

Se tienen como antecedentes algunos estudios de investigación orientados al mejoramiento del confort térmico de las viviendas alto andina por instituciones y entidad pública, elaborando trabajo de mejoramiento con materiales e insumos empleados en el piso y techo; como el de **Ramos,E. , Ocupa,D. , Molina,J. , Natividad,J. , Espinoza,R. & Prieto,R. (2012)** quienes realizaron trabajos experimentales para disminuir los efectos del friaje en las zonas Andinas. Estas acciones estuvieron auspiciado por el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento y la UNI. Llevándose a cabo este proyecto en la localidad de la comunidad de San Felipe y Santa Rosa de Tambo, Provincia de Huaytara-Huancavelica. En este trabajo el grupo de la universidad utilizo materiales de la zona llegando a la siguiente conclusión: El aislamiento térmico más eficiente es la implementación del piso con cama de piedra, espacio libre con aire y entablado del piso. Los tipos de pisos estudiados como: piso común con tierra con una conductividad 1.28 W/mk con transmitancia térmica (U) 4.83 W/m²K, paralelamente otro estudio con piso de cemento de espesor 0.05 m, obteniendo una conductividad 1.5 W/mk y transmitancia térmica (U) 8.11 W/m²K, con otro piso aislado con madera de un espesor 0.05m con una conductividad 0.25 W/mk con aire estanco(herméticamente cerrado) Rt:0.18m²K/W y con una cama de piedras de un espesor 0.1 m y con una conductividad 3.5 W/mk y su transmitancia térmica(U) 2.01W/m²K, obtuvo U de 4.83 W/m²K en la muestra del tipo común de tierra, y el ensayo experimental con aislamiento llego a un valor de 2.01W/m²K con este valor se demostró un mejor aislamiento de la conductividad térmica del piso, con ayuda de la implementación de un volumen de aire confinado debajo del piso de madera instalada en toda el area de la vivienda. Así mismo se ensayó con un piso de cemento pulido que no dio resultados favorables en el aislamiento del ambiente arrojando mayor conductividad térmica respecto a los ensayos anteriores.

Así mismo se revisó la investigación de **Ramos et al. (2012)** quienes realizaron un convenio similar con el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento y la UNI. Esta investigación analizó el comportamiento de ciertos materiales que permitan aislar

y/o disminuir la conductividad térmica en los techos de las viviendas rurales de la zona en estudio. Los resultados preliminares indican un buen conductor térmico en un techo común utilizado como material la calamina metálica de espesor 0.001 m con una conductividad 115 W/mk y transmitancia térmica (U) 7.14 W/m²K, seguidamente experimento la implementación de un grupo de techos con diversos materiales como : plancha de fibrocemento 0.004 m con una conductividad 0.18 W/mk, con plástico polietileno con un espesor de 0.002 m conductividad 0.33 W/mk, con material de pasturas secas de un espesor de 2 cm con una conductividad 0.09 W/mk, con tela gruesa de un espesor 0.001 m con una conductividad 0.06 W/mk, con aire confinado obtuvo una resistencia de 0.18 m²K/W, con tejido grueso de un espesor 0.001 m con una conductividad 0.06 W/mk y transmitancia térmica (U) 1.66 W/m²K, como se muestran el valor de la transmitancia térmica (U), en este trabajo llego a valores inferiores a los del teco común, en este caso se tomó como patrón la cobertura de calamina cuyo valor de transmitancia térmica hallado 7.14 W/m²K; acotando una mejora sustancial en el aislamiento del techo experimental con respecto al techo de calamina se determinó que no era un material adecuado para su utilización como cobertura por cuanto este transmite con mucha facilidad las temperaturas de mayor a menor es decir de la zona cálida a la fría por tanto las temperaturas internas de las viviendas son absorbidas por las temperaturas externas, es decir en el día se transmite un calor intenso hacia el interior de las viviendas y en la noche se transmite las temperaturas frías del ambiente externo al interior de las viviendas (ocasionando temperaturas no adecuadas para los habitantes).

Igualmente, en la investigación de **Jiménez, Y & Domínguez, E (2013)**. Quienes han investigado los efectos en la utilización del mucílago de nopal con la experimentación de conformación de bloques tipo adobe para la construcción de viviendas, las mismas que en el proceso de mezclado para dar trabajabilidad del moldeo se utilizó mucilago de nopal como estabilizante, cuyos resultados de los bloques comprimidos mostraron alta resistencia a la compresión, así mismo se mejoró la densidad por ende disminuyendo la porosidad esta característica de los bloques conllevaron a una mejor resistencia a la abrasión o al desgaste, por lo que se determinó una mayor durabilidad de los bloques; estos resultados son a consecuencia de que el mucilago de nopal actúo

como aglomerante al interior del bloque en el instante de la aplicación de la fuerza de compresión relacionado con la dosificación agua y mucilago.

Según; **Bulnes,C.(2018)**. realizo la medición del pH del mucilago de nopal en su tesis “Resistencia a la compresión de un mortero cemento-arena adicionando 10% y 20% de mucílago de nopal” Observo que el mucílago de nopal con un pH de 4.18 con un alto grado de acidez afecto la resistencia. Esto demostró que en los primeros días de curado (3 y 7) días, los morteros experimentales sufren una ascensión de resistencia con respecto al patrón. Pero en la edad donde llega su máxima resistencia (28 días), la resistencia disminuye, dando a entender que el mucílago de nopal, debido al valor de acidez que tiene, puede causar desintegración y pérdida de resistencia, ya que, mientras más alta es la concentración de ácidos, más vigoroso puede ser el ataque.

Según; **Bulnes,C.(2018)**. realizo ensayos de rayos X en su tesis “Resistencia a la compresión de un mortero cemento-arena adicionando 10% y 20% de mucílago de nopal” La composición química del mucilago de nopal tiene como componentes el Calcio (0.0100% Masa), Potasio (0.0171% Masa), Cloruro (0.0050% Masa), Titanio (0.0012% Masa). Entre otros componentes, como el Sodio y Magnesio, suman 99.667% Masa. Estos dos últimos elementos que son álcalis tienen un cierto comportamiento, las cuales actúan como acelerantes de fraguado (resistencias iniciales mayores) y existe un descenso de resistencias finales, porque al mezclarse con el agregado se produce la reacción álcali- sílice, que produce fisuras internas en los especímenes.

Según, **Charca, S., Noel, J., Andia, D., Flores, J., Guzman, A., Renteros C. & Tumialan. J. (2015)**. “Assessment of Ichu Fibers as Non-Expensive Thermal Insulation System for the Andean Regions”. En las regiones de los andes, las temperaturas bajas (5 a -25 °C) combinado con el viento da una sensación de frío extremo. En este estudio realizado, de las propiedades térmicas de fibras naturales del Stipa Ichu se obtuvieron como resultado una conductividad térmica que varía entre 0,047-0,113 W / mk, para las esteras con fibras orientadas unidireccionales de acuerdo con estos resultados las fibras Stipa Ichu tienen propiedades de aislamiento térmico

excepcional, que se pueden utilizar para aumentar el aislamiento térmico para viviendas y otras aplicaciones.

Según, **Cadena, C. & Bula, A. (2002)**. En su artículo “Estudio de la variación en la conductividad térmica de la cascarilla de arroz aglomerada con fibras vegetales”. Surge la oportunidad de aprovechar productos vegetales de desecho que permitan innovar en el área de los materiales de ingeniería, campo en el cual la cascarilla de arroz se perfila como un aislante térmico de alta efectividad, competitividad y de fácil obtención. Los resultados que se obtuvieron son valores conductivos se muestran a continuación; Cascarilla de arroz, almidón de yuca, fibra de banano y fique tienen una conductividad térmica de 0.0965 W/m*K, Cascarilla de arroz, PVA, fibra de banano tienen una conductividad térmica de 0.2117 W/m*K, Cascarilla de arroz, almidón y fibra de yuca, fibra de fique tienen una conductividad térmica de 0.0901 W/m*K y finalmente Cascarilla de arroz, almidón de yuca, fibra de banano y fique tienen una conductividad térmica de 0.0653 W/m*K, La composición que arrojó mejor potencial de aislamiento fue este último: cascarilla de arroz, almidón de yuca, fibra de banano y de fique, ya que su valor conductivo fue el más bajo de los analizados, lo cual ocurrió a pesar de presentar la misma composición, no así el mismo proceso de producción.

Según, **Cano et al. (2005)**, quienes realizaron un estudio para utilizar el mucílago de nopal como agente modificador de viscosidad aplicado en la elaboración de concreto auto consolidable. El mucílago fue efectivo para incrementar la viscosidad de la pasta de cemento, con lo que se incrementa la resistencia a la segregación del concreto, además con el mucílago se incrementó la resistencia en un 16% y se redujo la absorción de agua capilar.

Según, **Aza, L. (2016)**. En su tesis “La totora como material de aislamiento térmico: propiedades y potencialidades”, cuyo objetivo principal es analizar las propiedades físicas de la totora (*Schoenoplectus totora*) y lograr el desarrollo de un aislante térmico vegetal, de esta manera impulsar su uso en la construcción. Se llegó a la siguiente conclusión: Que la totora se puede considerar un aislante térmico competente. Los valores obtenidos de conductividad térmica fueron de (λ): 0,046 a 0,058 W/mK, dentro del rango de valores de otros materiales comercializados.

Según, **Viegas, G., Walsh, C., & Barros, M. (2016)**. “Evaluación cuali-cuantitativa de aislaciones térmicas alternativas para viviendas”. es una investigación de tipo aplicada con un diseño de investigación experimental se presentan los resultados de un estudio experimental y teórico respecto a la norma DIN 52612. Se llegaron a las siguientes conclusiones: Comparando con materiales aislantes industriales como el poliestireno expandido ($k= 0,032$ a $0,037$ W/mK) o la lana de vidrio ($0,033$ a $0,045$ W/mK), que tienen una conductividad baja, los materiales naturales o reutilizados presentan buenas condiciones como aislantes alternativos, presentando valores entre $0,15$ y $0,037$ W/mK, dando la posibilidad de utilizarlos a muy bajo costo o costo cero.

Los estudiantes de la **Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC)** y del **Massachusetts Institute of Technology (MIT)**. En el estudio “Busca mitigar los efectos del friaje en viviendas de escasos recursos en zonas alto andinas” en esta investigación se presentaron los resultados experimental y teórico respecto de las propiedades térmicas y físicas de fibras naturales del Stipa ichu. Llegaron a las siguientes conclusiones: En mejorar la calidad de vida de las poblaciones alto-andinas de bajos recursos y con el propósito de disminuir el efecto de las condiciones climáticas adversas en las regiones alto-andinas. Se obtuvo resultados muy prometedores como el Stipa ichu, permite conservar el calor y funciona como aislante térmico. El estudio reveló que el Stipa ichu es el más prometedor, con una conductividad térmica de 0.026 (w/mk). Este proyecto forma parte del programa D-Lab, una red mundial para el diseño y la difusión de tecnologías de bajo costo que buscan combatir la pobreza en el mundo a través de soluciones innovadoras.

Por último, en la investigación de **Molina, M. & Valdivia, M. (2007)**. En su tesis “Uso de la goma de tuna como impermeabilizante en morteros de tierra”, El propósito de esta investigación fue conocer la utilización de la goma de tuna como impermeabilizante en morteros de tierra para recubrimiento de viviendas de adobe, tapial y quincha. Para la investigación se midió la temperatura y el pH del mucilago de tuna para garantizar un buen desarrollo del proceso, seguidamente se fabricaron muestras patrón de mortero sin estabilizar y muestras estabilizados con goma de tuna en proporciones respecto al peso seco de tierra de 5%, 10%, 15% y 20%; luego de dos

meses de secado, los testigos fueron sometidos a las siguientes pruebas: ensayo de variaciones de dimensiones, ensayo de humedecimiento y secado, ensayo de capilaridad y ensayo de erosión. Luego de observar los resultados obtenidos y comparados entre sí, se concluyó que la goma de tuna como estabilizante, otorga mejoras significativas a los revestimientos de morteros de tierra frente a la humedad, siendo la proporción que ofrece mejor resistencia frente a la húmedas es el tratamiento con 20% de contenido de goma de tuna en su composición respecto a su peso seco de la tierra.

En el presente trabajo de investigación busca mejorar la serviabilidad de los pisos y techos de las viviendas alto andina; respectó al confort de los usuarios, utilizando mejores prácticas constructivas con el empleo de materiales adecuados y propias de la zona para conseguir un buen aislamiento térmico. Mediante la utilización de materiales como: Stipa ichu, mucilago de nopal, con una relación adecuada de combinación de volúmenes establecido en los ensayos de laboratorio; cuyo resultado es la obtención de placa de tierra compactada y bloques de Stipa ichu en el piso como en el techo, las mismas que actúan como aislante térmica que dan confort y protección a los usuarios en las épocas de friaje.

Con este proyecto se pretende mejorar la sustentabilidad de las viviendas y motivar la construcción con nueva tecnología, mejorando las existentes por las bondades que se perciben en este modelo viviendas.

Por lo expuesto al analizar la problemática que existe en las viviendas alto andinas frente al friaje es conveniente hacer las mejoras en el proceso constructivo, utilizando materiales disponibles en su mayoría de la localidad, como son: piso mejorado, techo mejorado, puertas y ventanas mejoradas, la misma que involucra el mejoramiento de los cimientos y la envolvente del muro perimétrico y, llegamos a la conclusión en plantear la implementación de un buen aislante térmico en el piso y techo, motivo por el cual este proyecto de investigación va orientado a proponer nuevas prácticas orientadas en el proceso constructivos de las viviendas. Cuyo resultado redundara en el ahorro económico de los gastos imprevistos que requiere la salud del poblador

ocasionado por enfermedades infecto respiratorias a los niños, adultos de la tercera edad y población en general.

Planteándose el problema con la siguiente pregunta: ¿Cuán baja será la conductividad térmica en el diseño del piso y techo de la vivienda alto andina, empleando material aislante como Stipa ichu y mucilago de nopal?

Luego de la formulación de nuestro problema hacemos necesariamente la conceptualización, así como la definición de las variables.

La Norma EM. 110 CONFORT TÉRMICO Y LUMÍNICO CON EFICIENCIA ENERGÉTICA, establece parámetros para el lineamiento en el diseño por zona bioclimática, como se indica:

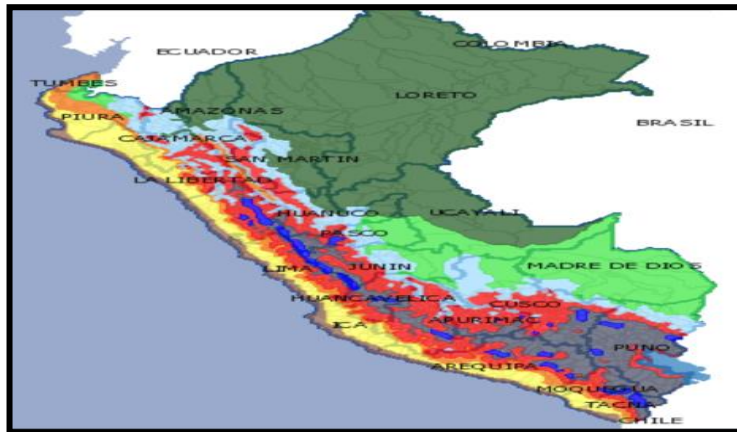


Figura 1. Zonificación bioclimática del Perú.

Fuente: www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/DS-006-2014-VIVIENDA.pdf.

Tabla 1. Zonificación bioclimática del Perú

Zona bioclimática	Definición climática
1	Desértico costero
2	Desértico
3	Interandino Bajo
4	Meso Andino
5	Alto Andino
6	Nevado
7	Ceja de Montaña
8	Subtropical húmedo
9	Tropical Húmedo

Fuente: Norma Peruana EM-110 (2014).

La norma peruana establece parámetros que debe cumplirse en la implementación de las viviendas por zonas bioclimáticas, que a la fecha son 9, citamos a continuación:

Transmitancias térmicas máximas de los elementos constructivos de la edificación.

Tabla 2. Valores máximos de transmitancias térmicas.

Zona	Bioclimática	(U _{muro})	(U _{techo})	(U _{piso})
1	Desértico costero	2,36	2,21	2,63
2	Desértico	3,20	2,20	2,63
3	Interandino bajo	2,36	2,21	2,63
4	Meso andino	2,36	2,21	2,63
5	<u>Alto andino</u>	<u>1,00</u>	<u>0,83</u>	<u>3,26</u>
6	Nevado	0,99	0,80	3,26
7	Ceja de montaña	2,36	2,20	2,63
8	Subtropical húmedo	3,60	2,20	2,63
9	Tropical húmedo	3,60	2,20	2,63

Fuente: Norma Peruana EM-110 (2014).

SUELO:

El suelo está formado por un proceso de desintegración mecánica y descomposición química, el suelo es una capa delgada sobre la corteza terrestre acumulada en el transcurso del tiempo y por actividades del hombre que sobre ella se asientan. (Crespo, C.,2004).

Tipos de Suelos

Los tipos de suelos se nombran por los componentes predominantes que se encuentra en conformación, estableciendo los siguientes:

- Suelos Gravoso
- Suelos Arenosos
- Suelo Limosos
- Suelo Arcilloso

El sistema de clasificación de los suelos se divide en grupos y subgrupos; utilizando los dos sistemas principales de clasificación: el Sistema AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) y el USCS (Unified Soil Classification System), la distribución granulométrica, el límite líquido y el límite plástico. (Braja,D. (2001))

Tabla 3. Sistema AASHTO – Clasificación de Suelos.

Clasificación	Materiales granulares (pasa por el tamiz ASTM #200 menos del 35 %)				Materiales limoso- arcilloso (pasa por el tamiz ASTM # 200 más del 35%)							
	A-1		A-3	A-2				A-7				
Subgrupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7-5	A-7-6
Serie ASTM	ANALISIS GRANULOMETRICO (% que pasa por tamiz)											
Nº 10 (2mm)	<50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Nº 40 (0,425mm)	<30	<50	>51	-	-	-	-	-	-	-	-	
Nº 200 (0,075mm)	<15	<25	<10	<35	<35	<35	<35	<35	<35	>36	>36	
ESTADO DE CONSISTENCIA (suelo que pasa por el tamiz ASTM #40)												
Límite líquido	-	-	<40	>41	<40	>41	<40	>41	<40	>41	>41 (IP<LL-30)	>41 (IP>LL-30)
Índice de plasticidad	<6	NP	<10	<10	>11	>11	<10	<10	>11	>11	>11	>11
Constituyentes principales	Fragmentos de piedra, grava y arena		Arena fina	Grava y arena, arcilla o limo			Suelos limosos		Suelos arcillosos			
Características	Excelente a bueno						Aceptable a malo					

Fuente: Braja, D. (2001)

Tabla 4. Sistema USCS - Clasificación de Suelos.

Divisiones		Símbolo	Nombres Típicos	Comportamiento Mecánico	Densidad Óptima	
Suelos de Grano Grueso	Gravas	Gravas limpias	GW	Gravas bien graduadas.	Excelente	2.00-2.24
	Más del 50% grueso es retenida por el tamiz número 4.	(sin o con pocos finos)	GP	Gravas mal graduadas.	Bueno a excelente	1.76-2.08
		Gravas con finos	GM	Gravas limosas.	Bueno a excelente	2.08-2.32
		(apreciable cantidad de finos)	GC	Gravas arcillosas.	Bueno	1.92-2.24
	Arenas	Arenas limpias	SW	Arenas bien graduadas.	Bueno	1.76-2.08
	Más del 50% grueso pasa por el tamiz número 4	(pocos o sin finos)	SP	Arenas mal graduadas.	Aceptable a bueno	1.60-1.92
		Arenas con finos	SM	Arenas limosas.	Aceptable a bueno	1.92-2.16
		(apreciable cantidad de finos)	SC	Arenas arcillosas.	Malo a aceptable	1.68-2.08
		Limos y arcillas:	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas.	Malo a aceptable	1.60-2.00
			CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media.	Malo a aceptable	1.60-2.00
Suelos de Grano Fino	Límite líquido < 50		OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.	Malo	1.44-1.70
		Limos y arcillas:	MH	Limos inorgánicos.	Aceptable a mala	1.28-1.60
			CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.	Casi impermeable	1.44-1.76
	Límite líquido > 50		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada.	Casi impermeable	1.28-1.68
		Suelos muy orgánicos	PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.	Aceptable a mala	-

Fuente: Braja, D. (2001)

GRAVA

La grava es un material proveniente de la descomposición o fragmentación de las rocas por proceso de la intemperización o por procesos mecánicos obtenidos en canteras, este material es considerado no cohesivo y tiene un diámetro promedio entre 0.002 a 0.064 mm aproximadamente, sus componentes químicos están relacionado al tipo de roca de su procedencia.

ARENAS

Se denomina arena a las partículas de minerales con grano o tamaño de 0.002 hasta 0.005m de diámetro aproximadamente, cuyo origen es casi igual al de la grava, en cierto caso se encuentran mezcladas; además las arenas se encuentran en canteras en formando yacimientos. Las arenas son de masa homogénea no sufren deformaciones al contacto con el agua, la metodología de mejorar su compactación es embebiendo con agua y al ser evaporada, las partículas se encuentran más unidas disminuyendo su porosidad entre partículas, esta propiedad se manifiesta ante la presencia de una carga sobre superficie de arena cambio de volumen.

LIMOS

Los limos son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, pudiendo ser limo inorgánico o como producido en canteras, hay limos orgánicos como el que suele encontrarse en los ríos, siendo este último de características plásticas. El diámetro de las partículas de los limos está comprendido entre 0.05mm y 0.005mm. Los limos sueltos y saturados son completamente inadecuados para soportar cargas para la construcción. Su color varía de gris claro a muy oscuro. La permeabilidad de los limos orgánicos es muy baja y su compresibilidad muy alta.

ARCILLAS

La arcilla es un mineral de características muy diversa respecto a los anteriores materiales cuya granulometría es menor de 0.005 mm, tiene como característica principal de ser un material plástico ante la presencia de la humedad, por el tamaño de las partículas que la conforman, estas absorben el agua cubriendo todo el perímetro de las partículas, este fenómeno hace que ante la presencia de la humedad se forma una

masa plástica sin capacidad de soportar cargas. Igualmente, este mineral tiene la propiedad de formar sales con ciertos materiales como el hierro y el magnesio:

- **El caolinítico:** Es un mineral tipo silicato con una composición química de los elementos como: Aluminio, Silicio, oxígeno, generalmente de color blanco con una variante a amarillo y azulado.

Este material tiene aplicaciones en la agricultura orgánica (sin pesticida) es utilizado como acompañante de los fungicidas, igualmente se emplea en la industria de la construcción para sustituir en parte al cemento en la elaboración de mezclas, por lo que se le conoce como de uso industrial.

- **El montmorilonítico:** Es un mineral de uso en la Ing. Civil en reparación de grietas, como deshumecedor en las estructuras en presencia de humedad, este por sus propiedades de hinchamiento se pueden emplear en asilamiento para evitar el deslizamiento, hundimiento, como aglomerante en combinación con el cemento mejora la plasticidad de la mezcla de concreto. También como bentonita aporta en la alimentación de animales dándole consistencia y forma a los productos alimenticios, como complemento en alimento de granjas en la producción de huevos.

En la industria de la farmacéutica tiene diversas aplicaciones por ser no tóxico ni irritable al organismo humano.

- **Ilítico:** Es un mineral de baja permeabilidad y baja absorción, por su composición de granos finos, así mismo no es expansivo como otras arcillas; están formados por silicatos y otros de aluminatos encontrándose en rocas metamórficas y sedimentarias, tiene la propiedad de formar grumos disminuyendo su expansividad, tiene como componente el Potasio, aluminio silicio, oxígeno e hidrógeno; forma compuestos con el hierro, Silicio y el potasio. Es recomendable su aplicación en la agricultura por los componentes de Aluminio, Silicio, Magnesio y Hierro.

Otra característica de este mineral, es la particularidad en la construcción, es por cuanto la resistencia puede recuperar en caso de pérdidas o deformaciones esto es en un tiempo determinado denominado tixotropía. (Crespo, 2004).

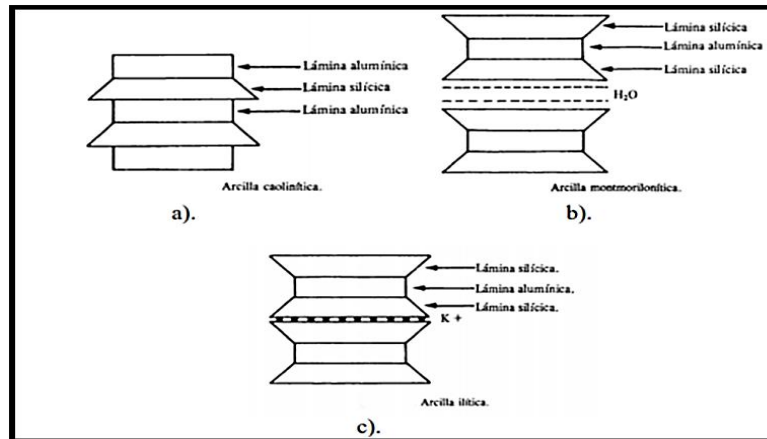


Figura 2. Tipo de grupo de arcilla.

Fuente: Mecánica de suelos y cimentaciones (Vol. Quinta Edición).
México: Limusa , Crespo, C. (2004).

CONTENIDO DE HUMEDAD

Es el contenido de agua de un suelo natural saturado respecto al suelo en estado seco que lo contiene (suelo procesado en horno) (Brochero, J., & López A, W.,2009).

El método para determinar la humedad de una muestra de suelo se realiza mediante un previo control del peso en su estado natural hidratado, posteriormente se lleva a una estufa por un tiempo de 24 horas hasta una temperatura superior del punto de ebullición del agua; seguidamente se hace el control del peso hallando la diferencia que nos permite calcular el porcentaje de agua contenida en la muestra de estudio:

$$H: H_n/H_S * 100$$

Donde:

H_n : Peso de la muestra húmeda.

H_S : Peso de la muestra seca

GRANULOMETRIA

Se entiende por granulometría en la ingeniería civil a la interpretación de los componentes de un suelo determinado, es decir; que mediante un proceso mecánico se separa las partículas contenidas en un suelo por su tamaño mediante el uso de mallas estandarizadas podemos cuantificar por la cantidad detenida en cada uno de mallas y expresar en porcentaje con respecto al peso total de la muestra.

La malla generalmente tiene un marco circular cuyo fondo es una malla metálica en ambos sentidos de forma cuadrada cuyas medidas tienen un rango de 3” hasta N° 200. (Brochero, J., & Lopez A.,2009).

Tabla 5. Clasificación de partículas

Granulometría	Tamaño
Partícula	< 0.0002 cm
Arcillas	< 0.0002 cm
Limos	0.0002 – 0.006 cm
Arena Fina	0.006 – 0.02 cm
Arena Gruesa	0.06 – 0.2 cm
Gravas	6 cm-0.2cm
Cantos Rodados	0.6– 25 cm
Bloques	>25 cm

Fuente: Brochero, J. & López, W., (2009).

Tabla 6. Tamaño de abertura de los tamices o mallas.

TAMICES	ABERTURA (mm)
3”	75.000
2”	50.800
1 1/2”	38.100
1”	25.400
3/4”	19.000
3/8”	9.500
N° 4	4.760
N° 10	2.000
N° 20	0.840
N° 40	0.425
N° 60	0.260
N° 140	0.106
N° 200	0.075

Fuente: MTCE 107 (2016).

LIMITES DE ATTERBERG

Estos ensayos del laboratorio nos permiten determinar cuál es el rango del contenido del agua de un suelo que permite hasta una consistencia plástica y comprende el límite líquido y el límite plástico. Abarca tanto el límite líquido como el límite plástico, con el primero se determina el porcentaje de agua en el que un suelo pasa del estado semilíquido al plástico, y con el segundo se determina el porcentaje de agua en el que un suelo pasa del estado plástico al semi seco.

LIMITES LÍQUIDO

Se puede conceptualizar que el límite líquido es el contenido de agua de la muestra del suelo que se encuentra entre el estado semilíquido al plástico.

Para este caso se toma la muestra de suelo en la copa de Casagrande, haciendo una separación central la misma que es sometida a un número de golpes cuantificados, entendiéndose que si a los 25 golpes, se cierra la separación hecha previamente se concluimos que el suelo se encuentra en su estado líquido.

Siendo necesario hacer un mínimo de 3 ensayos y así poder determinar el correspondiente límite líquido de la muestra en estudio. (Lucas, L., 2004).

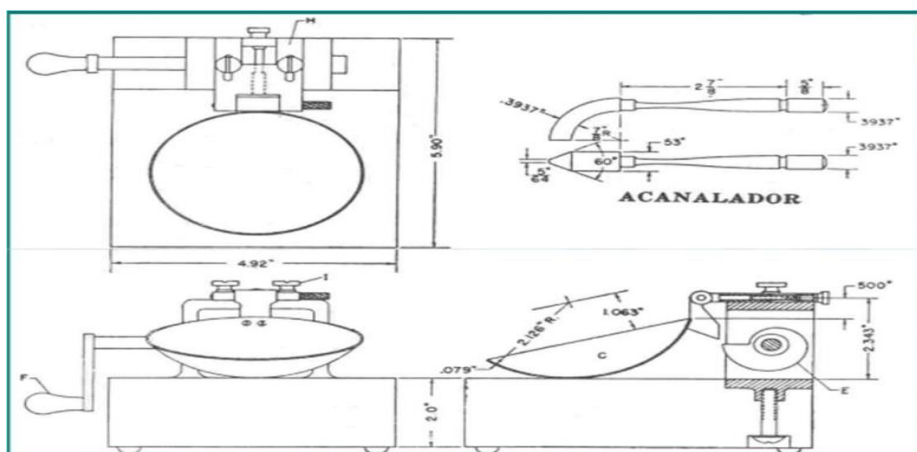


Figura 3. Equipos para determinar límite líquido y límite plástico del suelo.

Fuente: Taller básico de mecánica de suelos (límite líquido y límite plástico).

Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Lucas, L., (2004).

Para cuantificar LL de una muestra de suelo, se usa la siguiente formula detalla a continuación:

$$LL: H^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Donde:

N = Números de golpes.

Hⁿ = Humedad de Muestra.

LIMITES PLASTICO

Es el porcentaje de agua que tiene una muestra de suelo, en el que un suelo del estado plástico pasa al semiseco permite moldear en forma manual hasta llegar formar tiras cilíndricas hasta 1/8” de diámetro sin que esta se rompa por desmoronamiento, este estado de la muestra generalmente se consigue con una combinación mezclada de arena con arcilla con un promedio de parte entre 5 y 30%. (Escobar, C. & Duque, G., 2002).

PROCTOR MODIFICADO

Este ensayo se realiza para cuantificar el contenido óptimo del agua que debe tener un suelo para su compactación en el proceso constructivo. Generalmente en obra viales y viviendas; la metodología consiste en tomar una muestra seca de suelo para posteriormente ir consolidando en un molde adicionando agua en porcentaje determinado, luego esta muestra es sometida al proceso de secado que nos permite determinar el contenido de humedad, la misma que nos permite calcular la densidad alcanzada en el proceso de compactación.

Todos los ensayos se realizaron siguiendo la norma MTC E 115.

Existen 3 métodos para los ensayos del Proctor con las que determinamos la densidad de un suelo. Indicando que tiene registrar la especificación del material por ensayar, de lo contrario se tomara como referente a la granulometría del material, se describe los ensayos según sean necesario practicar para el Proctor Modificado:

- **METODO-A**

Molde: 4" de diámetro

Material: Se emplea el que pasa por el tamiz (Nº 4).

Número de capas: 5

Golpes por capa: 25

Uso: Cuando el 20 % ó menos del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4).

- **METODO-B**

Molde: 4" de diámetro.

Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz ($\frac{3}{8}$ ").

Número de Capas: 5

Golpes por capa: 25

Usos: Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº4) y 20% ó menos de peso del material es retenido en el tamiz 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ ").

- **METODO "C"**

Molde: 6" de diámetro.

Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz ($\frac{3}{4}$ ").

Número de Capas: 5

Golpes por Capa: 56

Uso: Cuando más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ ") y menos de 30% en peso es retenido en el tamiz 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ "). Peso unitario seco:

$$\rho_m = 1000 \times \frac{(M_t - M_{md})}{V}$$

Dónde:

ρ_m = Densidad húmeda compactada (g/m³)

M_t = Masa de la muestra húmedo más molde (Kg)

M_{md} = Masa del molde con compactación (Kg)

V = Volumen del molde (m³)

$$\rho_d = \frac{P_m}{1 + \frac{W}{100}}$$

Dónde:

ρ_d = Densidad seca de la muestra compactada (g/m³)

W = Cantidad de agua (%)

MATERIAS PRIMAS

STIPA ICHU

Stipa Ichu es una planta perenne que forma matas densas amacolladas de 20 - 130 cm de alto (Mendoza, 2008). Es un pasto de los andes peruanos, que también aparece en zonas de Venezuela, Bolivia, Colombia, Ecuador, Chile, México, Guatemala y Argentina; utilizado como forraje para el ganado, camélidos o auquénidos como: la llama, la alpaca, la vicuña y el guanaco (Hurtado, 2016).

Con aspecto de color pajizo por las láminas secas de los años anteriores. El tallo está formado por laminas rectas involutivas, filiformes de hasta 40 cm de largo. Panícula oblonga, 5 - 40 cm de largo, en el ápice con un mechón de pelos en forma de pupas. Comúnmente para usar se extrae con las raíces para ser usado en el techado de viviendas andinas (Mendoza, 2008).

Microfotografía obtenida usando Scanning Electrón Microscopio (SEM), muestran la estructura interna y externa de las fibras y Los tallos presentan una estructura hexagonal porosa uniformemente distribuida a lo largo de la fibra, con mayor proporción de porosidad en el lado interno y presentando una estructura sólida en el lado exterior. (Vega, L.& Villanueva, A. ,2019)

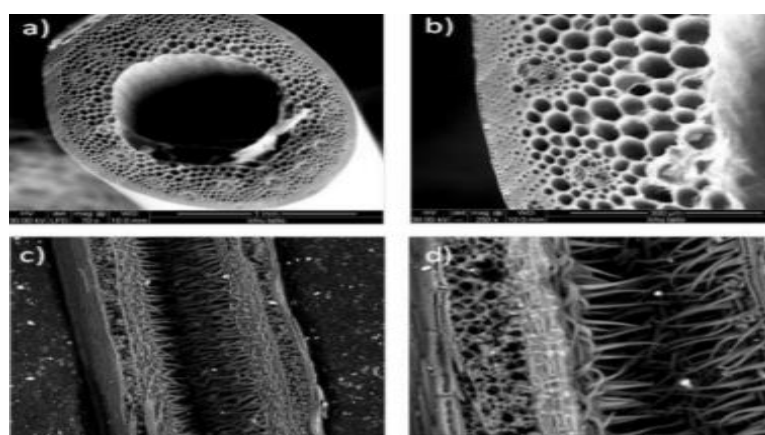


Figura 4. Micrografías SEM de *Stipa Ichu* que muestra la Estructura interna y externa (a) sección transversal de la fibra de *Stipa Ichu*, (b) Pared porosa de la fibra, (c) corte longitudinal de la fibra y (d) detalle del corte longitudinal (S. Charca., 2015).

Fuente: [//dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/15453/Vega%20Acosta%2c%20Larry%20Alexis%3b%20Villanueva%20Sanchez%2c%20Jean%20Alenn.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/15453/Vega%20Acosta%2c%20Larry%20Alexis%3b%20Villanueva%20Sanchez%2c%20Jean%20Alenn.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Tabla 7. Composición de *Stipa ichu*.

Parámetro	Composición promedio (% peso)
Humedad	57,7
Celulosa	45,9
Lignina	18,2
Pentosanos	5,5
Cenizas	5,6
Resinas, ceras y grasas	6,7

Fuente: Albarracín, Jaramillo y Albuja (2015)

Tabla 8. Composición química de la paja (*Stipa ichu*).

Composición	Contenido (%)
Holo celulosa	70.08
Lignina	14.87
Extractivos en alcohol	10.13
Cenizas	2.92
Sílice	1.93

Fuente: UNALM (2017)

Tabla 9. Conductividad térmica aparente y densidad de esteras para la disposición de fibras unidireccionales de 25.4mm de espesor

	K aparente (W/mK)	UD densidad de estera (Kg/m3)
Vidrio	0.0354 ± 0.00073	32.71
Fibra de trigo	0.0526 ± 0.00350	45.93
Fibra de maíz	0.0556 ± 0.00257	55.11
Fibra fina de Ichu	0.0473 ± 0.00241	92.86
Fibra gruesa de Ichu	0.1129 ± 0.01215	122.43

Fuente: Charca, S et al.,(2015).

ACCESIBILIDAD

Según Charca (2015), el Stipa Ichu es una hierba de plumas andinas que crece a más de 3000 m sobre el nivel del mar.

Es de fácil acceso en el altiplano andino de todo el Perú, el poblador andino tiene dominio de la topografía del área donde se desarrolla el Stipa ichu en toda la extensión del altiplano por tanto el transporte lo realiza manualmente y con el uso de los camélidos (llama).

NOPAL (Opuntia ficus-indica)

Es una especie de cactus de crecimiento arbustivo o arbóreo que pertenece a la familia Cactácea. Es una planta que se caracteriza por presentar un tallo primario lignificado con altura promedio de 2.5 metros de altura. El Nopal contiene minerales como: calcio, potasio, magnesio y algunas vitaminas como la C.

Así mismo contiene elementos saludables como para controlar los niveles de colesterol, igual que la glucosa en la sangre.

HÁBITAT

El nopal es común en áreas xerofíticas, con condiciones de sequías severas. Se establece en suelos pobres y en zonas donde la precipitación promedio anual es

326 mm o menos. Es un arbusto que tolera los suelos erosionados, pero no la salinidad y las bajas temperaturas

CLADODIOS

El cladodio es la parte que forma el arbusto del nopal, tiene forma de elipse irregular estos forman los tallos ramificables en forma de cadena las que a una edad de adultez florecen para la producción de los frutos, etapa que se lleva a cabo cuando tiene una altura promedio de la cadena de cladodios hasta 2.5 m respecto al suelo, esta parte del nopal es la que almacena humedad hasta un 95%, por cuanto está cubierto por una piel transparente dura que evita la evapotranspiración del nopal. Así mismo esta contiene los nutrientes que son para uso comestible humano cuando están en etapa de brote. En esta parte del tallo se lleva a cabo el proceso de fotosíntesis.



Figura 5. Mediciones Morfométricas del Cladodio

Fuente: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/1212>.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE MUCILAGO DE NOPAL

El mucílago de nopal contiene aproximadamente un promedio de 55 azúcares residuales, se encuentran la L-Ramnosa, L-arabinosa, D-Xilosa, D-galactosa y ácido Galacturónico, teniendo como composición química la arabinosa (47%), galactosa (18%), ramnosa (7%) y xilosa (23 %) y ácido galacturónico (5%). El

calcio del mucílago tiende a dar durabilidad al mortero al que se le aplicará. El sílice del mucílago por su semejanza con la arena al aplicarse al mortero mejorara el comportamiento estructural y el sodio del mucilago permite cerrar los poros internos al mortero y la mezcla con tierra, impermeabilizando el compuesto físico. (Sáenz, C et al., 2004).

Tabla 10. Composición química del mucílago (*Opuntia ficus-indica*).

ELEMENTO	% MASA
Cl	0.0050
K	0.0171
Ca	0.0100
Ti	0.0012
Otros	99.667
Totales	100.00

Fuente: Bulnes, C. (2018)

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

Se denomina conductividad térmica λ la propiedad que tienen los materiales en transferir energía. Según las características algunos, son buenos conductores y otros malos conductores, la que se convierte en aislantes térmicos dependiendo, dependiendo del coeficiente de conductividad propios de cada material.

La unidad de la conductividad térmica que expresa W/m*K la cantidad de calor que se transmite en forma lineal ante una diferencia de temperatura. La transferencia de la energía calorífica fluye en dirección de la temperatura de mayor calor a menor calor, por consiguiente, cada material tiene una particularidad respecto a la trasferencia de calor, es decir según sus propiedades hay materiales buenos conductores y malos conductores; en el caso de este último es considerado como un aislante térmico. (Charca et al. (2015).

Se puede calcular usando la siguiente ecuación:

$$\lambda: k * A * \frac{\Delta T}{L}$$

Dónde:

λ : Conductividad térmica (W/mK).

K: Constante de conductividad térmica (W/mk)

T: Gradiente de temperatura (K).

L: Espesor de la muestra (m).

A: Sección transversal (m²).

Tabla 11. Clasificación de la Conductividad Térmica de los materiales

VALOR λ (W / m.K)	CLASIFICACIÓN
$0.024 \leq \lambda \leq 0.038$	Excelente Aislantes
$0.038 < \lambda \leq 0.12$	Buen Aislantes
$0.12 < \lambda \leq 0.46$	Mediano Aislantes
$0.46 < \lambda \leq 1.62$	Mal Aislantes
$\lambda > 1.62$	Buen Conductor

Fuente: Torres, C. (2004)

RESISTENCIA TÉRMICA

Es la característica de un material para oponerse al paso de la energía calorífica esta propiedad está en relación al espesor del aislante como material empleado en un proceso constructivo con fines de conservar el ambiente térmico de una vivienda esta propiedad se muestra como la inversa de la conductividad térmica y en relación con el espesor, es decir si tomamos una muestra con material homogéneo la que tiene mayor espesor será la que ofrece mayor resistencia a la transmisión del calor. Su unidad está dado por metro cuadrados y grados Kelvin por vatio (m² k/w).

$$R: \frac{E}{Q}$$

En materiales heterogéneos la resistencia a la transferencia de calor es opuesto a la conductividad térmica.

ENSAYOS DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

Según ASTM C 518, (1998) Este método de ensayo esta normalizado y permite determinar las transmisiones térmicas como propiedad de un material en estado estacionario; esta se hace con un instrumento de reflectancia de calor que aplica desde una fuente de calor constante a la muestra indicando que este instrumento es calibrado previamente hasta alcanzar un alto grado de precisión respecto al control del flujo de la energía calorífica; las mismas que se hace usando muestras con propiedades de transmisión determinada previamente por los métodos de ensayo C 177 o C 114.

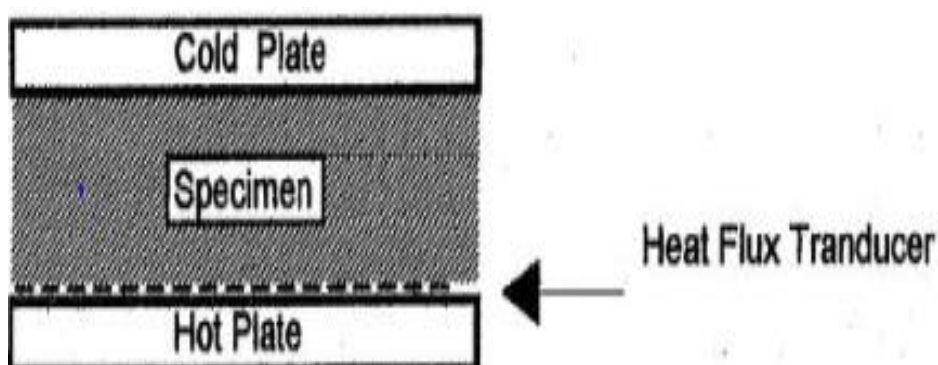


Figura 6. Aparato con un transductor de flujo de calor y uno muestra

Fuente: Método de prueba estándar para propiedades de transmisión térmica estables a través del aparato del medidor de flujo de calor, ASTM C 518-98.

CONCEPTUACIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES:

Tabla 12. Variable Dependiente - Conductividad térmica

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR
Conductividad Térmica	Es la propiedad de los materiales de conducir el calor a través del mismo.	Se determina llevando a ensayo de conductividad térmica especímenes para el piso: 10 x 10 x 20 cm y para el techo : 10x 10 x 21,6 cm	Promedio Varianza Desviación Estándar

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13. Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
	El Stipa ichu es un arbusto con tallos de estructura hexagonal porosa contiene los siguientes elementos Holo celulosa, Lignina, Cenizas, Sílice, con una conductividad térmica de las fibra gruesa de Stipa ichu 0.1129 ± 0.01215 W/mk.	Proceso de selección de materiales como (Stipa ichu, tierra natural procesada, madera, caña brava, yeso y mucilago de	Piso: 50% Piedra Over, 25% Stipa Ichu y 25% Tierra compactada (insumo mucilago de nopal 15.2 ltr/m ²)
Capa Heterogenea adicionando Stipa ichu y Mucilago de nopal en el mejoramiento de piso y techo para vivienda alto andina.	El mucilago de nopal es un polímero fibroso, enormemente ramificado, cuyo peso molecular oscila entre 13 a 106 gr/mol. contiene aproximadamente de 35 a 40 % de arabinosa, 20 a 25% de galactosa y de 7 a 8 % de ramnosa, finalmente ácido galacturónico. (Optimización de la Extracción de Mucilago de Nopal González S., et al 2012).	nopal) para obtener una capa heterogenea para que la conductividad térmica en el piso y en el techo en la vivienda alto andina sea lo más mínimo de tal manera que la vivienda ofresca un confort adecuado para el usuario.	Techo: 7.5 % yeso, 12.5% caña brava, 40 % Stipa ichu, 40% tierra compactada (insumo mucilago de nopal 12.16 ltr/m ²).

Fuente: Elaboración Propia

En el proceso de investigación de la presente tesis se plantea la siguiente hipótesis: Con la utilización de una capa Stipa ichu aglomerado con mucilago nopal; Piso: (50%) Piedra Over, (25%) Stipa ichu y (25%) Tierra compactada (insumo mucilago de nopal 15.2 ltr/m²). Techo: (7.5%) yeso, (12.5%) caña brava, (40%) Stipa ichu, 40% tierra compactada (insumo mucilago de nopal 12.16 ltr/m²); se conseguirá un aislamiento del piso y techo con la implementación de las capas heterogéneas, las mismas que ofrecerán resistencia al flujo del calor interior de la vivienda hacia la capa adyacente al piso y en el caso del techo ofrecerá resistencia al flujo de la temperatura externa de

la envolvente hacia el ambiente interior de la vivienda mejorando el confort térmico, en comparación con las viviendas construidas sin mejoras.

El objetivo general de este estudio de investigación es: Determinar la conductividad térmica de piso y techo para una vivienda alto andina adicionando Stipa ichu y mucílago de nopal (opuntia ficus-indica) en el Distrito: Malvas – Provincia: Huarney - Departamento: Ancash. Como objetivos específicos:

- Determinar los Límites de Atterberg del suelo (Malvas).
- Determinar el pH del mucilago de nopal.
- Determinar la viscosidad del mucilago de nopal.
- Caracterización del Stipa Ichu y Mucilago de Nopal.
- Dimensionamiento y acomodo de los elementos componentes del piso.
- Dimensionamiento y acomodo de los elementos componentes del Techo.
- Determinar el contenido de humedad del suelo.
- Determinar la conductividad térmica de piso y techo.

METODOLOGÍA

II. METODOLOGÍA

Este estudio de investigación es de tipo **Aplicada y Explicativa**, porque los resultados obtenidos servirán para la solución de problemas de tecnología en el uso de los materiales, explicando el comportamiento frente a la conductividad térmica en el piso y techo de una vivienda alto andina, cuando se construye mediante capas heterogéneas utilizando el Stipa ichu como una capa de aislante térmico y el mucilago de nopal como aglomerante en la capa del Stipa ichu y conformación de la capa de tierra compactada humedecida con el mucilago de nopal.

El presente análisis tiene un enfoque cuantitativo, por cuanto se analiza las variables y indicadores; cuantificando y consignando sus valores obtenidos en las guías de observación de datos. La hipótesis de la investigación se comprobó por medios matemáticos y estadísticos y constituye la base alrededor de la cual se desarrolló todo el experimento.

Procedimiento:

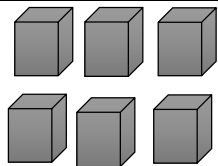


- En la visita de campo se recolecto cladodios de nopal de la zona de estudio, la misma que existen en partes aledañas al Distrito de Malvas, Provincia de Huarmey - Departamento de Ancash.
- Las hojas de nopal (Cladodios) fueron seleccionados y cortados en trozos de 2 cm x 2 cm para luego colocarlo en baldes de plásticos llenándolos con agua hasta cubrir totalmente los trozos de hojas de nopal hasta por un periodo de 7 días.
- Luego de los 7 días de macerado de los trozos de hoja de nopal se separó la goma proveniente del macerado mediante un proceso de filtrado en una malla, la misma que se almaceno en un recipiente limpio y de cerradura hermética.
- Seguidamente se tomó muestras del mucilago de nopal para realizar los ensayos del pH (grado de acidez) y la Viscosidad.
- El Stipa ichu se recolecto dentro de la jurisdicción del Distrito de Malvas, Provincia de Huarmey - Departamento de Ancash.

- Debidamente se procedió a fragmentar el Stipa ichu una porción para ser utilizada en la mezcla con tierra para la conformación de la capa compactada de 10 cm y 8 cm de espesor la que formara parte de la capa heterogénea en el piso y techo de la vivienda alto andina.
- Luego se conformó una capa de Stipa ichu hasta un espesor de 10 cm y 8 cm lo que se asignaron constituir parte de la capa heterogénea en el piso y techo.
- Luego el Stipa ichu se humedeció con el mucilago de nopal, para conformar una capa aglomerada; la misma que para darle solides a la capa del Stipa ichu se procedió a tejer con hilo a una separación de 5 cm entre si. Con un espesor de 10 cm y 8 cm (piso y techo).
- Para la capa heterogénea del techo se habilito trozos de caña brava procedente de las tiendas de ventas de materiales para vivienda de quincha con un diámetro de aproximadamente 1”.
- La malla de caña brava se colocó una separación de 4 cm entre sí, quedando un espacio entre caña y caña una luz aproximadamente de 1cm. Esta malla conforma la base del cielo raso.
- Para la conformación del cielo raso del techo se empleó yeso para el tarrajeo sobre la malla de caña brava hasta un espesor de 1.5 cm.
- Para la elaboración de los especímenes se fabricaron moldes de madera 10 x 10 x 20 cm (para el piso), y 10 x 10 x 21.6 cm (para el techo).
- Luego para la elaboración de los especímenes heterogéneos se colocaron los materiales arriba indicados con el debido orden y dimensionamiento especificado para el piso y techo.
- Luego se procedió con el desmoldeado de los especímenes transcurridos las 72 horas, para el secado en horno del laboratorio en un lapso de 24 horas.
- Luego se realizaron los ensayos de conductividad térmica de las muestras patrón y experimental del piso y techo.
- Los datos fueron procesados en el programa Excel (tablas, gráficos, porcentajes).

Diseño de Investigación

El diseño de esta investigación es de nivel **Experimental**. El estudio en su mayor parte se concentró en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Suelos y conductividad térmica, donde el investigador estuvo en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planteado en sus objetivos. Siendo su diseño de investigación el siguiente:

Tabla 14. *Ensayo De Conductividad Térmica.*

Conductividad térmica de piso y techo para una vivienda alto andina adicionando Stipa ichu y mucílago de nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>) en el distrito: Malvas - provincia: Huarney - departamento: Ancash		
0%	Piso: 50% Piedra, 25% Stipa Ichu y 25% Tierra compactada (insumo mucilago de nopal 15.2 ltr/m²)	Techo: 7.5 % yeso, 12.5% cana brava, 40% Stipa ichu, 40% tierra compactad (insumo mucilago de nopal 12.16 ltr/m²).
		

Fuente: Elaboración Propia

Población y Muestra

Este análisis tiene como población al conjunto de cubos o capas heterogéneas con un diseño según la norma ASTM – C-518.

La muestra está constituido por 12 cubos o capas heterogéneas: 3 cubos para 0% de mucilago de nopal y Stipa Ichu, 3 cubos para la capa heterogénea conformada de Stipa Ichu y mucilago de nopal hasta un espesor de 20 cm (correspondiente al piso), 3 cubos para 0% mucilago de nopal y Stipa Ichu, 3 cubos para la capa heterogénea conformada de Stipa Ichu ,mucilago de nopal, malla de caña brava recubierta de un mortero de yeso con un espesor de 21.6 cm (correspondiente al techo). Para el ensayo de Conductividad Térmica.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Para registrar la información de cuantificación de los datos se hicieron utilizando como medio la guía de observación resumen que están adecuadas a las normas establecidas para este tipo de trabajo en base al uso de la estadística y que recoge información para ser tratada estadísticamente, desde una óptica relativo a la cantidad.

Tabla 15. Técnica e instrumento

TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTO	ÁMBITO
La Observación Científica	<ul style="list-style-type: none">• Guía De Observación Resumen• Fichas Técnicas De Laboratorio	<ul style="list-style-type: none">• Grupo Control (Muestra de diseño convencional)• Grupo Experimental (Muestra de diseño con adición de Stipa ichu y mucílago de nopal)

Fuente: Elaboración Propia

Proceso y Análisis de los Datos

En el presente trabajo de análisis, se desarrolló la información luego que se hizo los ensayos en laboratorio, registrándose mediante el programa de cálculo. Realizándose representación de cuadros estadísticos: tablas, gráficos, medias, varianzas y prueba de hipótesis ANOVA.

RESULTADOS

III. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de los ensayos del laboratorio se indican:

ENSAYO DE LIMITES ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO DE CALICATA N° 01.

Tabla 16. Limite Liquido

MUESTRA	C1		
	T1	T2	T3
N° De Golpes	15	26	32
T + Suelo Humedo (g).	50.70	53.90	56.30
T+ Suelo Seco (g).	44.30	46.20	49.20
Peso Del Agua (g).	21.70	18.40	22.40
Peso Tarro (g).	6.40	7.70	7.10
Peso Suelo Seco (g).	22.60	27.80	26.80
Contenido De Humedad (%)	28.32	27.70	26.49
PROMEDIO	27.34 %		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos Universidad San Pedro.

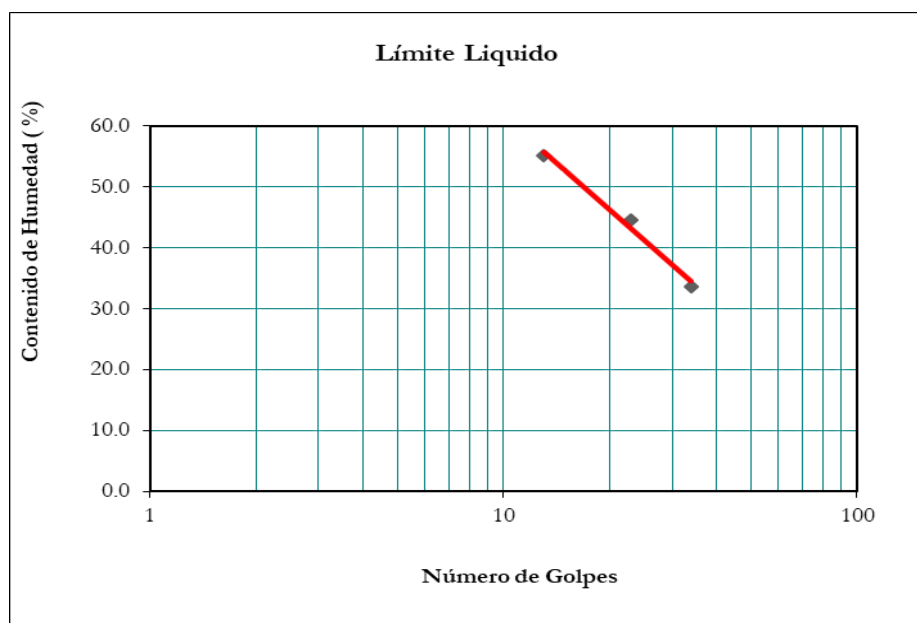


Figura 7. Limite líquido.

Fuente: Elaboración Propia

El limite liquido de la calicata N° 1 es 27.34 %.

Tabla 17. Limite Plástico

MUESTRA	C1			
	N° TARRO	T4	T5	T6
T + SUELO HUMEDO (g).		21.00	20.60	20.20
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (g).		20.20	19.90	19.50
PESO DEL AGUA (g).		15.00	14.70	14.20
PESO TARRO (g).		0.80	0.70	0.70
PESO SUELO SECO (g).		5.20	5.20	5.30
CONTENIDO DE HUMEDAD (%) .		15.38	13.46	13.21
PROMEDIO			14.02	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos Universidad San Pedro.

El limite plástico de la calicata N°1 es 14.02 %.

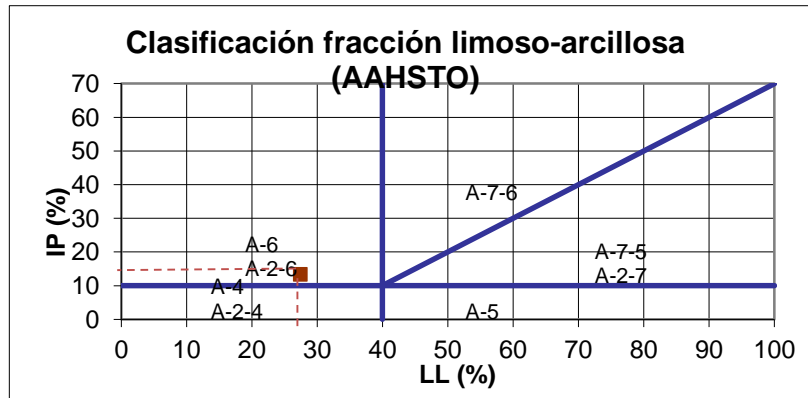


Figura 8. Clasificación de Suelo (AAHSTO).

Fuente: Elaboración Propia

Es un material gravoso corresponde como sub grado A-2-6, grava y arena arcillosa.

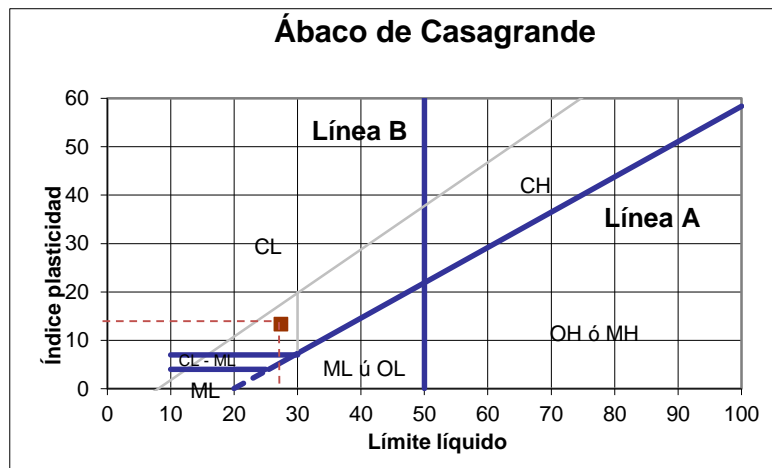


Figura 9. Clasificación de Suelo (SUCS)

Fuente: Elaboración Propia.

Según la clasificación de suelos, sistema S.U.C.S es un suelo de partículas gruesas con finos que pertenece al grupo GC (Grava arcillosa).

ANÁLISIS GRANULOMETRIA

Tabla 18. *Análisis granulométrico*

Tamiz N°	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr.)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
2 1/2"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso Seco Inicial	940.70
1"	22.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso Seco Lavado	686.00
3/4"	19.000	108.10	11.49	11.49	88.51	Peso perdido por lavado	254.70
1/2"	12.500	94.10	10.00	21.49	78.51		
3/8"	9.500	76.30	8.11	29.61	70.39		
1/4"	6.300	112.80	11.99	41.60	58.40		
N° 4	4.750	52.00	5.53	47.12	52.88		
N° 10	2.000	107.10	11.39	58.51	41.49		
N° 20	0.850	37.70	4.01	62.52	37.48		
N° 30	0.600	12.50	1.33	63.85	36.15		
N° 40	0.425	14.60	1.55	65.40	34.60		
N° 60	0.250	18.90	2.01	67.41	32.59	ENSAYOS ESTANDAR	
N° 100	0.150	22.20	2.36	69.77	30.23	Límite líquido LL	27.40
N° 200	0.075	29.70	3.16	72.92	27.08	Límite plástico LP	14.02
< 200		254.70	27.08	100.00	0.00	Índice plasticidad IP	13.38
Total		940.70			100.00		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos Universidad San Pedro

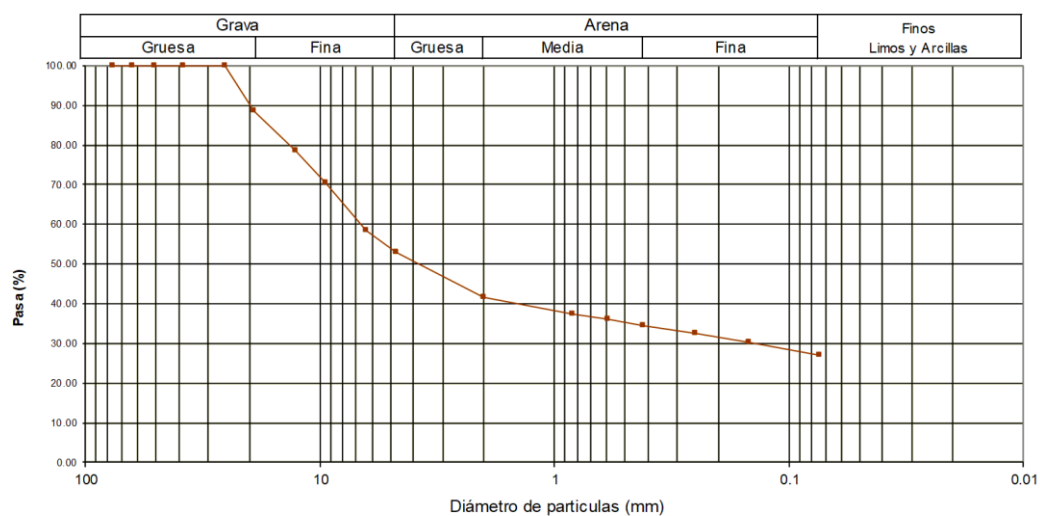


Figura 10. Curva granulometría

Fuente: Elaboración Propia

ENSAYO POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)

Tabla 19. pH de mucilago de nopal del distrito de Malvas.

MUESTRA	ENSAYO
	pH
Mucilago de nopal	3.87

Fuente: Laboratorio de Ensayos químicos COLECBI 2019.

VISCOSIDAD

Tabla 20. Viscosidad del mucilago de nopal

Paso	Punto	Tiempo	Viscosidad	Torque	Velocidad
(#)	(#)	(s)	(cP)	(%)	(RPM)
1	1	30	1957.6	16.2	50
1	2	60	2044.8	16.9	50
1	3	90	2004.0	16.5	50
1	4	120	2095.2	17.3	50
1	5	150	2259.5	18.6	50

Fuente: Laboratorio de hidráulica-Universidad San Pedro.

El promedio resultante de la viscosidad de la muestra de mucilago de nopal resulta en 2072.22 cent poises.

Caracterización del Stipa Ichu y Mucilago de Nopal

Stipa ichu	Mucilago de Nopal
<p>El Stipa ichu es un arbusto con tallos de estructura hexagonal porosa contiene los siguientes elementos Holo celulosa, Lignina, Cenizas, Sílice, con una conductividad térmica de las fibra gruesa de Stipa ichu 0.1129 ± 0.01215 W/mk.</p>	<p>El mucilago de nopal es un polímero fibroso, enormemente ramificado, cuyo peso molecular oscila entre 13 a 106 gr/mol. contiene aproximadamente de 35 a 40 % de arabinosa, 20 a 25% de galactosa y de 7 a 8 % de ramnosa, finalmente ácido galacturónico. (Optimización de la Extracción de Mucílago de Nopal Gonzáles S., et al 2012).</p>

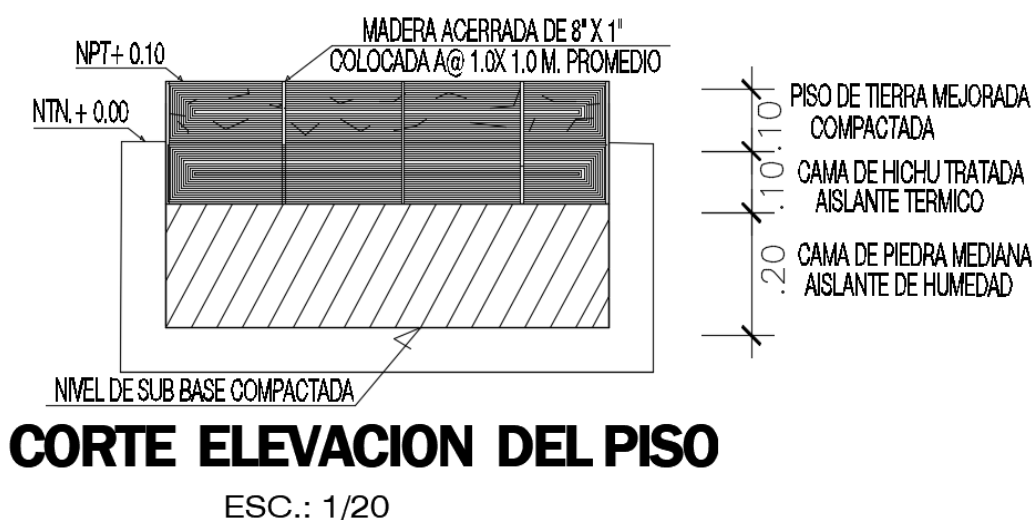
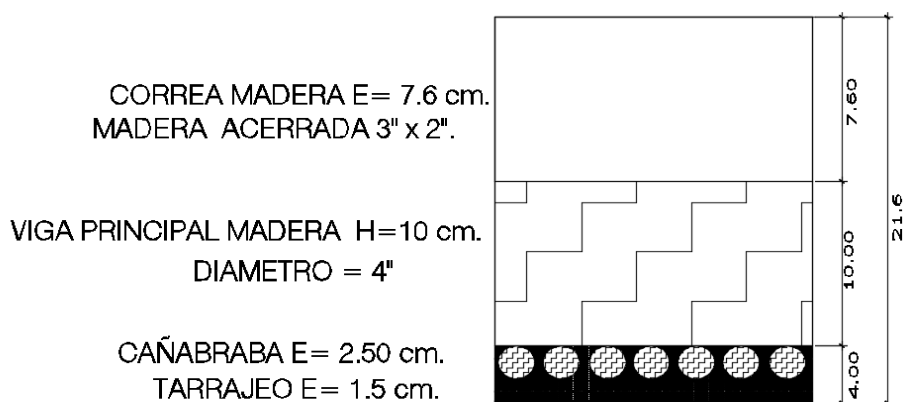
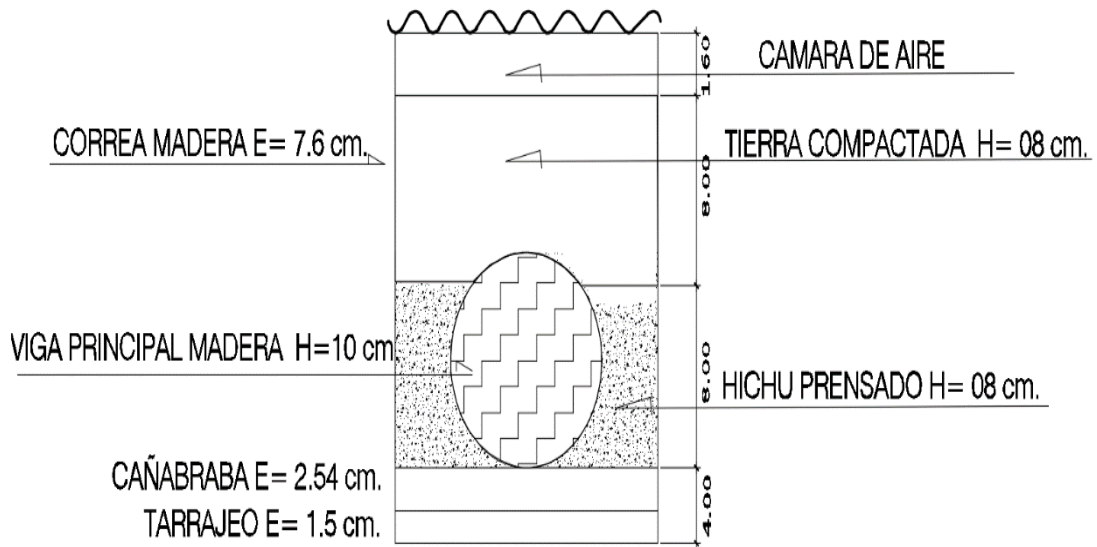


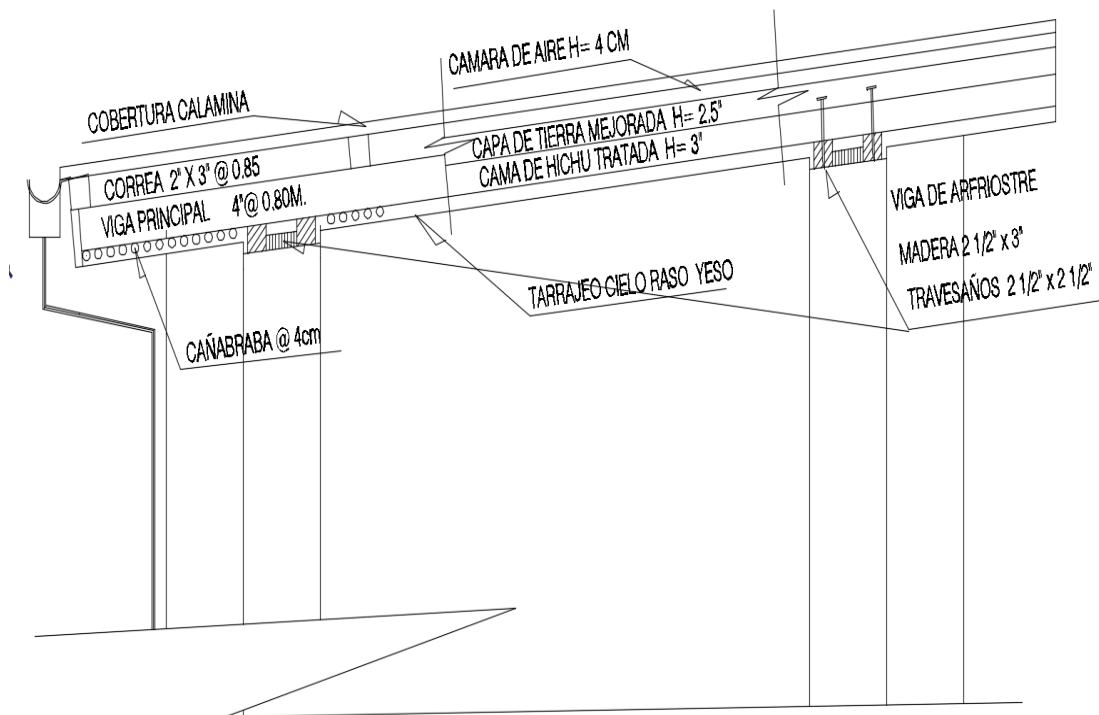
Figura 11. Dimensionamiento y acomodo de los elementos componentes del piso.

Fuente: Elaboración Propia.





ALTURA TOTAL DE AISLAMIENTO TERMICO TECHO



DETALLE DEL TECHO

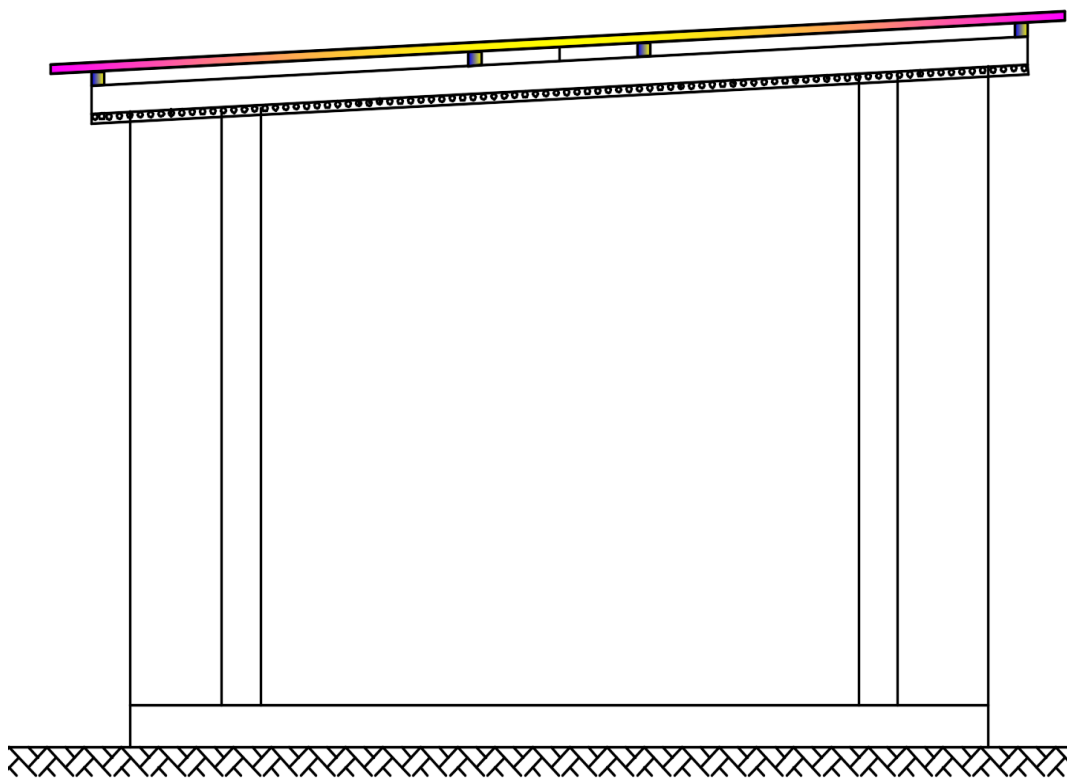
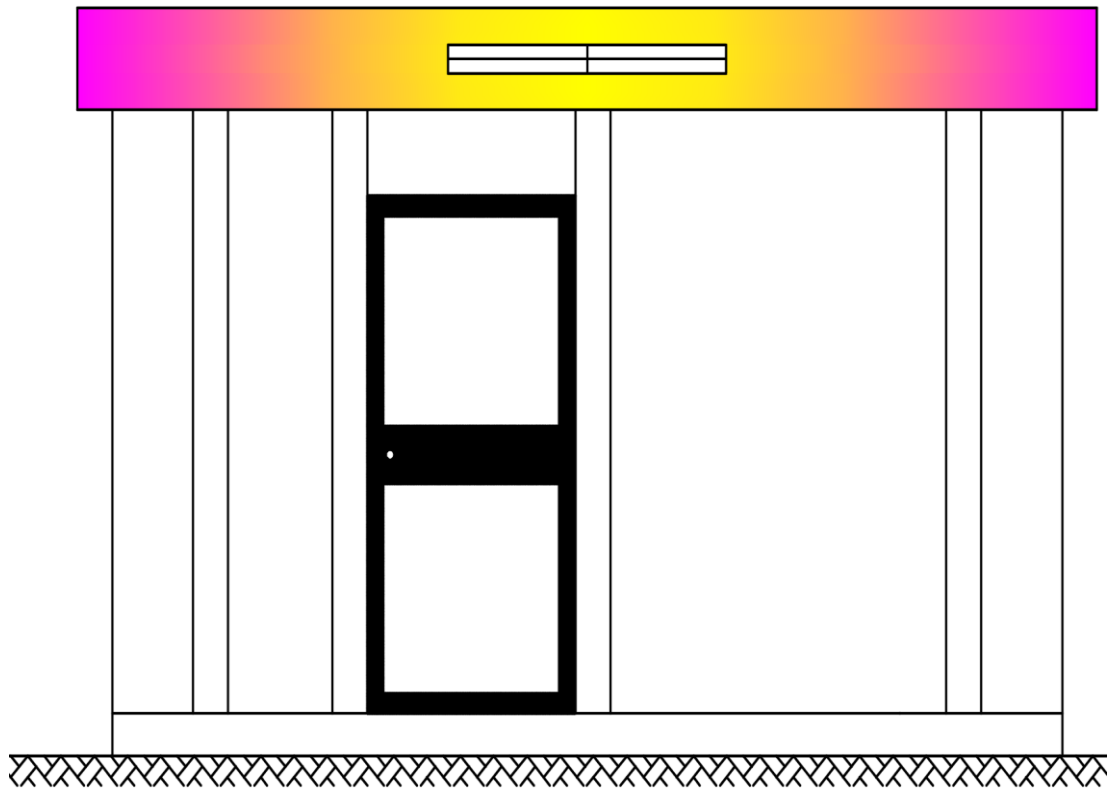


Figura 12. Dimensionamiento y acomodo de los elementos componentes del Techo.

Fuente: Elaboración propia.

PROCTOR MODIFICADO

Tabla 21. Datos de Proctor Modificado Patrón

Método Compactación:	“C”	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ³		
01 - Peso Suelo Húmedo + Molde (g)	7408	7524	7624	7468
02 - Peso del Molde (g)	2603.5	2603.5	2603.5	2603.5
03 - Peso Suelo Húmedo (g)	4804.5	4920.5	5020.5	4864.5
04 - Volumen del Molde (cm ³)	2266.2	2266.2	2266.2	2266.2
05 - Densidad Suelo Húmedo (g/cm ³)	2.120	2.171	2.215	2.147
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo húmedo + tarro (g)	762.0	725.5	664.3	760.2
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	742.6	694.3	631.1	705.2
09 - Peso del agua (g)	19.4	31.2	33.2	55.0
10 - Peso del tarro (g)	208.0	167.7	198.8	187.6
11 - Peso suelo seco (g)	534.6	526.6	432.3	517.6
12 - Contenido de Humedad (%)	3.6	5.9	7.7	10.6
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	2.046	2.050	2.057	1.941

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos Universidad San Pedro.

Tabla 22. Datos de Proctor Modificado Experimental

Metodo Compactación:	“C”	Número de Golpes		
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ³		
01 - Peso Suelo Húmedo + Molde (g)	6908	7071	7523	7458
02 - Peso del Molde (g)	2603.5	2603.5	2603.5	2603.5
03 - Peso Suelo Humedo (g)	4304.5	4467.5	4919.5	4854.5
04 - Volumen del Molde (cm ³)	2266.2	2266.2	2266.2	2266.2
05 - Densidad Suelo Húmedo (g/cm ³)	1.899	1.971	2.171	2.142
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo húmedo + tarro (g)	845.2	846.0	658.6	706.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	824.6	810.7	622.9	649.0
09 - Peso del agua (g)	20.6	35.3	35.7	57.0

10 - Peso del tarro (g)	209.1	206.0	208.1	202.0
11 - Peso suelo seco (g)	615.5	604.7	414.8	447.0
12 - Contenido de Humedad (%)	3.3	5.8	8.6	12.8
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.839	1.863	1.999	1.899

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos Universidad San Pedro.

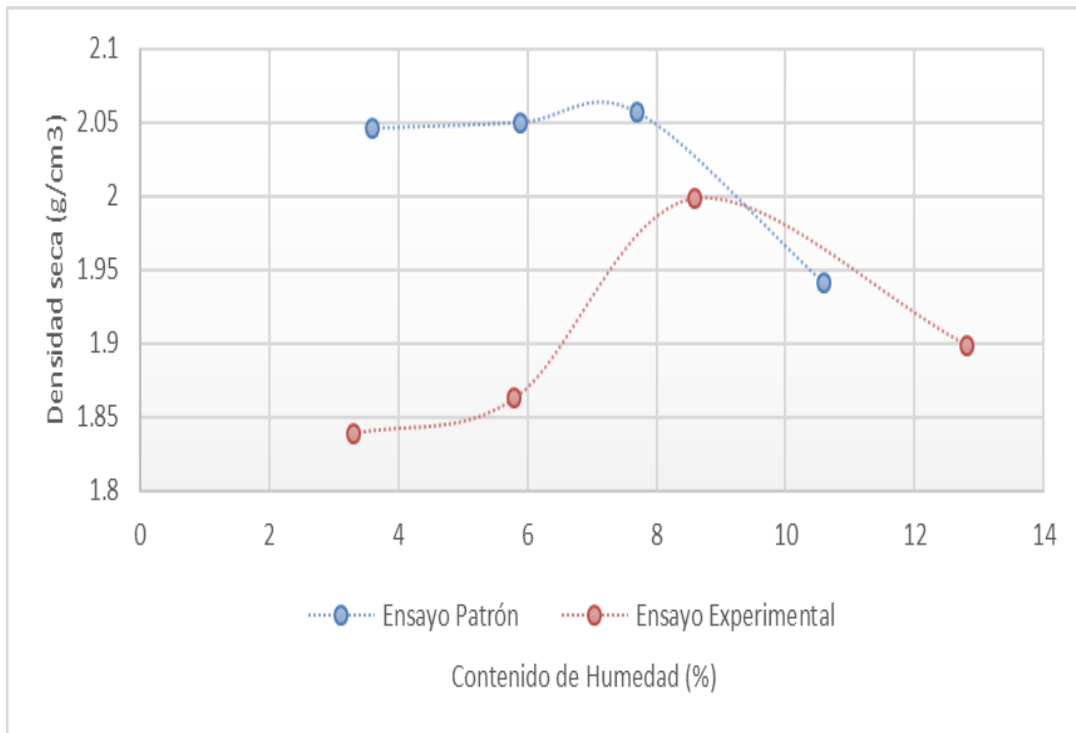


Figura 13. Proctor Modificado Patrón y Experimental.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En el suelo patrón de la calicata N° 01 la densidad seca máxima es 2.039 g/cm³ con un contenido óptimo humedad de 7.5% y en el suelo experimental la densidad seca máxima es 2.059 g / cm³ con un contenido óptimo humedad de 10.2%.

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

Tabla 23. Ensayo De Conductividad Térmica (W/mk) Del Piso Patrón.

MUESTRA	ESPELOR (m)	CONDUCT. TÉRMICA (w/mk)	CONDUCT. TÉRMICA PROMEDIO (w/mk)
P-1	0.2	0.7350	0.7388
P-2	0.2	0.7382	
P-3	0.2	0.7431	

Fuente: Laboratorios de Investigación y Ciencia UNI. - Elaboración Propia

El promedio de la conductividad térmica de la muestra patrón es 0.7388 (w/mk)

Tabla 24. *Ensayo De Conductividad Térmica (W/mk) Del Piso Con Adición Del 50% Piedra, 25% Stipa Ichu y 25% Tierra compactada (insumo mucilago de nopal 15.2 lt/m²).*

MUESTRA	ESPEJOR (m)	CONDUCT. TERMICA (w/mk)	CONDUCT. TERMICA PROMEDIO (w/mk)
E-1	0.2	0.1895	0.2004
E-2	0.2	0.1976	
E-3	0.2	0.2141	

Fuente: Laboratorios de Investigación y Ciencia UNI. - *Elaboración Propia*

El promedio de la conductividad térmica del mortero experimental es 0.2004 (w/mk)

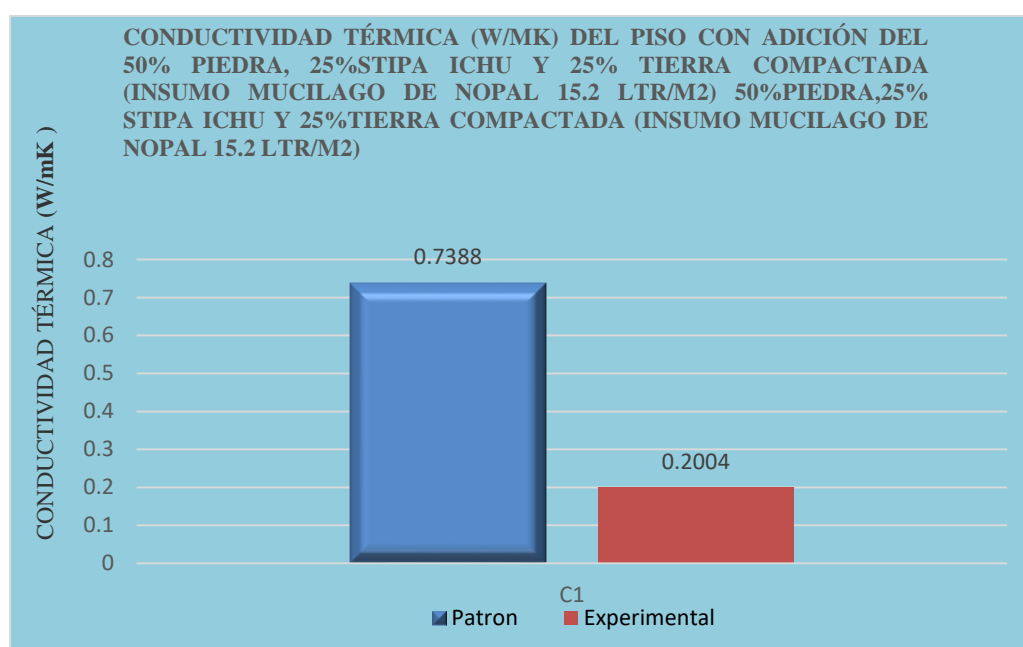


Figura 14. *Conductividad Térmica De La Muestra Patrón y Experimental – Piso*

Fuente: Elaboración propia.

A mayor porcentaje de sustitución la conductividad térmica es menor

Tabla 25. *Ensayo De Conductividad Térmica (W/mk) Del Techo Patrón.*

MUESTRA	ESPEJOR (m)	CONDUCT. TERMICA (w/mk)	CONDUCT. TERMICA PROMEDIO (w/mk)
P-1	0.216	0.5112	0.5084
P-2	0.216	0.5080	
P-3	0.216	0.5061	

Fuente: Laboratorios de Investigación y Ciencia UNI. - *Elaboración Propia*

El promedio de la conductividad térmica del mortero patrón es 1.22 (w/mk).

Tabla 26. Ensayo De Conductividad Térmica (W/mk) Del Techo Con Adición Del 7.5 % yeso, 12.5% cana brava, 40% Stipa ichu, 40% tierra compactada (insumo mucilago de nopal 12.16 lt/m2).

MUESTRA	ESPESOR (m)	CONDUCT. TERMICA (w/mk)	CONDUCT. TERMICA PROMEDIO (w/mk)
E-1	0.216	0.0043	0.0037
E-2	0.216	0.0043	
E-3	0.216	0.0025	

Fuente: Laboratorios de Investigación y Ciencia UNI. - Elaboración Propia

El promedio de la conductividad térmica del mortero experimental es 0.0037 (w/mk)

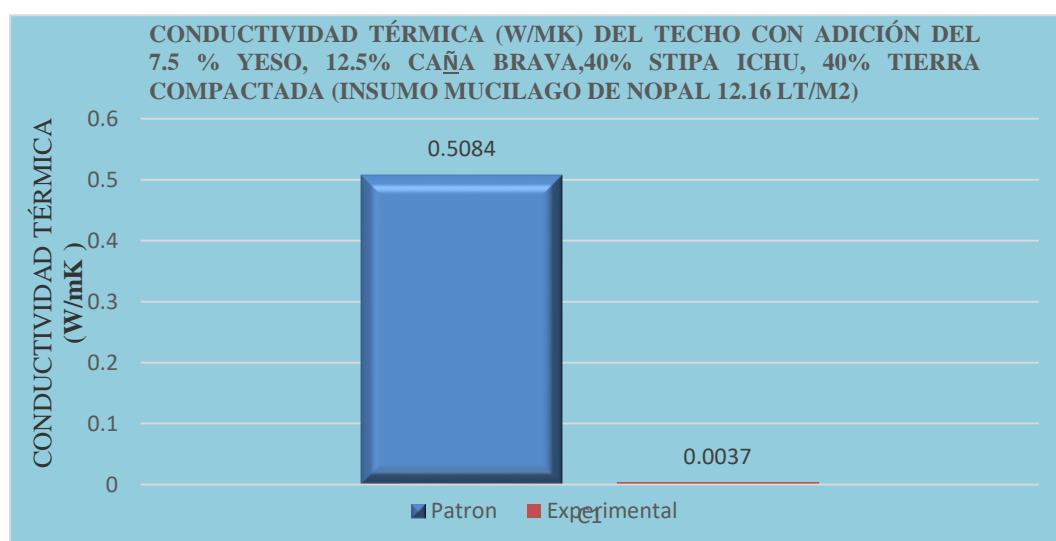


Figura 15. Conductividad Térmica De La Muestra Patrón y Experimental –Techo

Fuente: Elaboración propia.

A mayor porcentaje de sustitución la conductividad térmica es menor.

PRUEBA DE HIPÓTESIS ANOVA

Tabla 27. Distribución De Cubos De Madera Para Techo, Según Conductividad Térmica Por Grupos De Estudio Y Medidas Estadísticas.

Grupos de estudio	Medidas estadísticas		
	Promedio	Varianza	Desviación
	K (W/mk)	$K^2 (W/mk)^2$	estándar; K (W/mk)
Patrón	0.5084	$S_y^2 = 0.000006644$	$S_x = 0.0025776$
Experimental	0.0037	$S_y^2 = 0.00000108$	$S_y = 0.0010392$

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

Los resultados de esta tabla nos indica que para techo para una vivienda Alto Andina, la conductividad térmica del grupo denominado experimental conformado por la muestra de cubos de madera es menor de manera sustancial en comparación a las muestras de cubos de madera del grupo patrón. Esto implica que descriptivamente la adición de los materiales STIPA ICHU y MUCILAGO de NOPAL ha tenido un efecto positivo, es decir la combinación de estos materiales utilizados en la experimentación a través de las bondades que ostenta en sus propiedades y componentes, han contribuido directamente a que la conducción térmica de calor se reduzca de manera ostensible, es decir, se logra el principio que establece que a menor conductividad térmica, mayor es el aislamiento del calor, lo cual supone un intercambio de energía.

APLICACIÓN DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS: DIFERENCIA DE MEDIAS:

1. Hipótesis:

H_0 : No existen diferencias estadísticamente significativas entre la conductividad térmica de las muestras de madera para techo para una vivienda Alto Andina del grupo patrón y la conductividad térmica de las muestras de madera para una vivienda Alto Andina a las cuales se les ha adicionado los materiales STIPA ICHU y MUCILAGO DE NOPAL:

$$U_x = U_y \rightarrow U_x - U_y = 0$$

H_a : Existe diferencias estadísticamente significativas entre la conductividad térmica de las muestras de madera para techo para una vivienda Alto Andina del grupo patrón y la conductividad térmica de las muestras de madera para una vivienda Alto Andina a las cuales se les ha adicionado los materiales STIPA ICHU y MUCILAGO de NOPAL:

$$U_x \neq U_y \rightarrow U_x - U_y > 0$$

$$\rightarrow U_y < U_x$$

2. Nivel de significancia: $\alpha = 0.05(5\%)$

Nivel de confianza: $1 - \alpha = 0.95(95\%)$

3. Cálculo del valor t_o de prueba:

Considerando: Valor de prueba: $\Delta_0 = 0$

$$t_o = \frac{(\bar{x} - \bar{y}) - (U_x - U_y)}{\sqrt{\frac{S_x^2}{n_x} + \frac{S_y^2}{n_y}}}$$

Cálculo del número de grados de libertad: r

$$r = \frac{\left(\frac{S_x^2}{n_x} + \frac{S_y^2}{n_y}\right)^2}{\frac{(S_x^2/n_x)^2}{n_x - 1} + \frac{(S_y^2/n_y)^2}{n_y - 1}}$$

$$t_o = \frac{(0.5084 - 0.0037) - 0}{\sqrt{\frac{0.000006644}{3} + \frac{0.00000108}{3}}}$$

$$t_o = 314$$

$$r = \frac{\left(\frac{0.000006644}{3} + \frac{0.00000108}{3}\right)^2}{\left(\frac{0.000006644}{3}\right)^2 + \left(\frac{0.00000108}{3}\right)^2}$$

$$r = 2 \text{ grados de libertad}$$

4. Cálculo del valor t tabular:

Según la tabla correspondiente a la distribución de probabilidad t de Student, se muestra que el área bajo la curva t con 2 grados de libertad a la derecha de 314 es 0.000, así que el valor P para una prueba de extremo inferior es 0.000.

5. Decisión:

Considerando el nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ y como el P-valor $< \alpha$; es decir: $0.000 < 0.05$. Entonces se rechaza H_0 y se acepta la H_a , con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, lo que confirma con lo expresado en la hipótesis planteada.

Interpretación:

De acuerdo a la prueba de hipótesis aplicada destacamos como resultado que estadísticamente existe diferencia significativa entre la conductividad térmica de las muestras de madera para techo para una vivienda Alto Andina del grupo patrón y la conductividad térmica de calor de las muestras de madera para una vivienda Alto Andina a las cuales se les ha adicionado los materiales STIPA ICHU y MUCILAGO de NOPAL, considerando una probabilidad de P-Valor < 0.05 , para un nivel de significancia de 0.05 (5%). Este resultado nos infiere que los componentes de los materiales usados en el grupo experimental han tenido un efecto positivo en la conductividad térmica, en el sentido que controlará mejor la conductividad térmica.

Tabla 28. *Distribución De Cubos De Madera Para Piso, Según Conductividad Térmica Por Grupos De Estudios Y Medidas Estadísticas.*

Grupos de estudio	Medidas Estadísticas		
	Promedio	Varianza	Desviación
	$k(W/mk)$	$k^2(W/mk)^2$	Estándar: $k(W/mk)$
Patrón	0.7388	$S_x^2 = 0.0000166435$	$S_x = 0.0040796$
Experimental	0.2004	$S_y^2 = 0.00015717$	$S_y = 0.0125$

Interpretación:

En esta tabla podemos destacar que para piso para una vivienda Alto Andina, también se tiene que la conductividad térmica del grupo experimental conformado por la muestra de cubos de madera es menor también de manera importante que la conductividad térmica de las muestras de cubos de madera del grupo patrón.

Descriptivamente en base a este resultado anterior podemos apreciar una diferencia importante de los resultados obtenidos respecto a la conductividad térmica, lo cual podría explicarse que las propiedades de los materiales adicionados como el STIPA ICHU y MUCILAGO de NOPAL, han evidenciado una implicancia de relación causal en la conductividad térmica de calor, es decir, también para piso se logra el principio que, a menor conductividad térmica, mayor será el aislamiento del calor.

Asimismo, también en la misma tendencia se registrará que el grado de variabilidad de la conductividad térmica del grupo experimental es menor que la variación de la conductividad del grupo de cubos de madera del grupo considerado como patrón respectivamente.

Aplicación de la prueba de hipótesis: Diferencia de medias.

1. Hipótesis:

H_o : No existen diferencias estadísticamente significativas entre la conductividad térmica de las muestras de madera para piso para una vivienda de Alto Andina del grupo patrón y la conductividad térmica de las muestras de madera para una vivienda Alto Andina a las cuales se les ha adicionado los materiales STIPA ICHU Y MUCILAGO de NOPAL:

$$U_x = U_y \rightarrow U_x - U_y = 0$$

H_a : Existe diferencias estadísticamente significativas entre la conductividad térmica de las muestras de madera para piso para una vivienda Alto Andina del grupo patrón y la conductividad térmica de las muestras de madera para una vivienda Alto Andina a las cuales se les ha adicionado los materiales STIPA ICHU y MUCILAGO de NOPAL:

$$U_x \neq U_y \rightarrow U_y > U_x$$

2. **Nivel de significancia:** $\alpha = 0.05$ (5%)
Nivel de confianza: $1 - \alpha = 0.95$ (95%)
3. **Cálculo del valor t_o de prueba:**
Considerando: Valor de prueba: $\Delta_o = 0$

$$t_o = \frac{(\bar{x} - \bar{y}) - (U_x - U_y)}{\sqrt{\frac{S_x^2}{n_x} + \frac{S_y^2}{n_y}}}$$

Cálculo del número de grados de libertad: r

$$r = \frac{\left(\frac{S_x^2}{n_x} + \frac{S_y^2}{n_y}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_x^2}{n_x}\right)^2}{n_x - 1} + \frac{\left(\frac{S_y^2}{n_y}\right)^2}{n_y - 1}}$$

$$t_o = \frac{(0.7388 - 0.2004) - 0}{\sqrt{\frac{0.0000166435}{3} + \frac{0.00015717}{3}}}$$

$$t_o = 71$$

$$r = \frac{\left(\frac{0.0000166435}{3} + \frac{0.00015717}{3}\right)^2}{\frac{\left(\frac{0.0000166435}{3}\right)^2}{3 - 1} + \frac{\left(\frac{0.00015717}{3}\right)^2}{3 - 1}}$$

$$r = 2 \text{ grados de libertad}$$

4. Cálculo del valor t tabular:

Según la tabla correspondiente a la distribución de probabilidad t de Student, se muestra que el área bajo la curva t con 2 grados de libertad a la derecha de 71 es 0.000, así que el valor P para una prueba de extremo inferior es 0.000.

Asimismo, se tiene en la tabla de distribución t de Student que: $t_t = 2.132$ para $n_1 + n_2 - 2 = 3 + 3 - 2 = 4$ grados de libertad.

De lo cual se tiene que: $t_o > t_t \rightarrow$ se rechaza H_o y se acepta H_a .

5. Decisión:

Considerando el nivel de significancia de la prueba $\alpha = 0.05$ y como el $P - valor < \alpha$, es decir, $P - valor = 0.000 < 0.05$. Entonces esto implica que:

Se rechaza H_0 y se acepta la H_a , con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ (5%), lo que confirma el supuesto planteado en la hipótesis de trabajo de la investigación.

Interpretación:

La prueba de hipótesis correspondiente aplicada muestra como resultado fundamental que estadísticamente existe diferencia significativa entre la conductividad térmica de las muestras de madera para piso para una vivienda Alta Andina del grupo patrón y la conducción térmica de las muestras de madera para una vivienda Alto Andina a las cuales se les ha adicionado los materiales STIPA ICHU y MUCILAGO de NOPAL, considerando una probabilidad de $P - valor < 0.05$, para un nivel de significancia del 5% (0.05).

En la misma tendencia que para el techo, el resultado de la prueba ha tenido que ver con la influencia positiva en la conductividad térmica de calor las propiedades y componentes de los materiales usados en el grupo experimental, en el sentido que controlará mejor la conducción térmica de calor.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Al comparar los resultados con nuestros antecedentes se utilizaron el Stipa ichu como aislamiento térmico y el mucilago de nopal como aglomerante de esta manera se obtuvieron resultados favorables al objetivo de disminuir la conductividad térmica de los pisos y techos para ofrecer un confort térmico que beneficia significativamente a los usuarios en la zona andina.

- Según el ensayo de Proctor modificado se ha determinado el contenido óptimo de humedad para la muestra del suelo seco 10.2% adicionando mucilago de nopal. Según **Jiménez, Y & Domínguez, E (2013)**, utilizaron el mucílago de nopal en la conformación de bloques tipo adobe para la construcción de viviendas, cuyos resultados mostraron alta resistencia a la compresión, y se mejoró la densidad, disminuyendo la porosidad que conlleva a una mejor resistencia al desgaste, y por ende mayor durabilidad de los bloques; por el contenido del mucilago de nopal que actúo al interior del bloque como aglomerante.
- Según la clasificación de suelo, norma AASHTO la muestra de suelo extraído de la calicata es arcilla. En la calicata 1 su símbolo de grupo es A-2-6 de color anaranjado y húmedo lo que se considera Grava arcillosa. De acuerdo al sistema de clasificación de SUCS la muestra de suelo extraído de la calicata 1 su símbolo de grupo es GC; lo cual es un suelo de partículas gruesas con finos. Según **Molina, M. & Valdivia, M. (2007)**. En la investigación para la utilización de la goma de tuna como impermeabilizante en morteros de tierra para recubrimiento de viviendas de adobe, tapial y quincha. Fabricaron muestras patrón con mortero sin estabilizar y otras experimentales adicionando gomas de tuna de nopal en una proporción de 5%, 10%, 15% y 20%; respecto al suelo seco; luego de dos meses se ensayaron respecto al humedecimiento y secado, ensayo de capilaridad y erosión. Concluyendo que la goma de tuna como estabilizante, otorga mejoras muy significativas a los revestimientos con morteros de tierra ante la presencia de humedad.

- **Bulnes,C.(2018)** en el ensayo de rayos X en el mucílago de nopal , llevo al siguiente resultado Calcio (0.0100% Masa), Potasio (0.0171% Masa), Cloruro (0.0050% Masa), Titanio (0.0012% Masa). Entre otros componentes, como el Sodio y Magnesio, suman 99.667% Masa.
- **Charca, S., Noel, J., Andia, D., Flores, J., Guzman, A., Renteros C. & Tumialan. J. (2015).** En el estudio realizado de las propiedades térmicas de las fibras naturales del Stipa Ichu se obtuvieron los resultado que la conductividad térmica varía entre 0,047-0,113 W / mk, de acuerdo con los resultados las fibras Stipa Ichu tienen propiedades de aislamiento térmico excepcional, que se pueden utilizar para aumentar el aislamiento térmico para viviendas.
- Dimensionamiento y acomodo de los elementos componentes del piso, está conformado por cama de piedra mediana acomodada en forma decreciente de mayor a menor hasta un espesor de 0.20 m, instalación de madera acerrada de 1” por 8” con un distanciamiento de 1 m x 1 m en ambos sentidos para confinamiento de la capa de Stipa Ichu y la capa de tierra mezclada y fragmentos de Stipa ichu, colocación de la capa de Stipa ichu hasta un espesor de 0.1 m debidamente acomodada, tejida, prensada y embebida con mucilago de nopal, colocación de tierra mezclada con mucilago de nopal y fragmentos de Stipa ichu, hasta un espesor de 0.1 m compactada hasta su máxima densidad; la cara superior de esta capa es la rasante del piso terminado de la vivienda alto andina, en los antecedentes de esta investigación, se ha mencionado trabajos realizados, como el de **Ramos et al. (2012)** en convenio de asistencia con el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento y la UNI. Llego a las siguientes conclusiones: El aislamiento térmico más eficiente es la implementación del piso con relleno de piedra, aire aislado y entablado con madera que constituye el nivel de piso terminado de la vivienda; Frente a un piso en tierra se obtuvo una conductividad 1.28 W/mk y con transmitancia térmica (U) 4.83 W/m²K, paralelamente otro estudio con piso de cemento de espesor 0.05 m, obteniendo una conductividad 1.5 W/mk y transmitancia

térmica (U) 8.11 W/m²K, con otro piso aislado con madera de un espesor 0.05m con una conductividad 0.25 W/mk con aire estanco (herméticamente cerrado) Rt:0.18 m²K/W y, con una cama de piedras de un espesor 0.1 m y con una conductividad 3.5 W/mk y su transmitancia térmica(U) 2.01W/m²K, el piso común llegó a obtener una transmitancia térmica de 4.83 W/m²K, mientras que para el piso aislado es 2.01 W/m²K.

La máxima transmitancia térmica según la norma EM – 110 Confort Térmico y Lumínico con eficiencia energética, recomienda una U: 3.26 W/m²k; En el presente estudio de investigación se ha llegado a conseguir una conductividad térmica en muestra patrón de 0.7388 W/mK con una transmitancia térmica de 3.694 W/m²K y con la muestra experimental se ha llegado a un valor de 0.2004 W/mk que corresponde a una transmitancia térmica de 1.002 W/m²K. Por tanto, podemos afirmar que el presente trabajo ha permitido mejorar sustancialmente el valor indicado en la norma.

- Dimensionamiento y acomodo de los elementos componentes del Techo, está conformado por los siguientes componentes: capa de tarrajeo de cielo raso con yeso de un espesor 1.5 cm, instalación de soporte de material caña brava tipo quincha colocadas en forma transversal a las vigas principales y en la parte inferior de las mismas, fijadas mediante alambre N 16; con una separación de 1 ½ cm entre caña, colocación de una capa de Stipa ichu debidamente acomodada, tejida, prensada y embebida con mucilago de nopal, hasta un espesor de 8 cm. A continuación, se instalará correas de madera acerrada de 2” x 3 ½” a una separación de 0.09 m en forma transversal a las vigas principales que previamente han sido instaladas que son de 4” de diámetro y una separación de 1 m entre sí. finalmente se coloca una capa de tierra humedecida con mucilago de nopal mezclada con fragmento de Stipa ichu, la misma que estará contenida dentro de las correas de madera hasta un espesor de 8 cm, siendo esta capa compactada con el debido cuidado sin afectar la estructura de la cobertura. Finalmente se ha proyectado una cama de aire sobre la capa de tierra compactada y debajo de la calamina que forma la cobertura de un espesor de 1.6 cm. Del antecedente se cita el trabajo realizado de **Ramos**

et al. (2012) mediante convenio de cooperación con el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento y representantes de la UNI, Analizó el comportamiento de climatización en techos para su adopción en los techos para viviendas alto andinas. Tomó como muestra patrón un techo común de calamina metálica de espesor 0.001 m con una conductividad 115 W/mk y transmitancia térmica (U) 7.14 W/m²K, se implementó con diversos materiales como : Techo 1, plancha de fibrocemento 0.004 m con una conductividad 0.18 W/mk, con plástico polietileno con un espesor de 0.002 con una conductividad 0.33 W/mk, se optó el uso de una capa de paja de un espesor de 0.02 m donde obtuvo una conductividad térmica de 0.09 W/mk; con tela gruesa de un espesor 0.001 m obtuvo una conductividad térmica de 0.06 W/mk, con una capa de aire aislado Rt:0.18 m²K/W y con tela gruesa con un espesor 0.001 m con una conductividad térmica de 0.06 W/mk, y se obtuvo U de 1.66 W/m²K como se puede mostrar los diferentes estudios llevados a cabo en base a un convenio estuvieron orientados a llegar a un valor de disminuir la conductividad térmica y así poder aislar el flujo de clima interior de la vivienda , se hicieron comparación de los resultados tomando como muestran patrón un techo de calamina donde se obtuvo el valor de U de 7.14 W/m²K, y el resumen de los experimentos arrojó un valor de 1.66 W/m²k, los tipos de techo implementados en el proyecto están asociado a un valor de transmitancia térmica (U), es así que para el techo común de calamina el U es igual a 7.14 W/m²K, mientras que para el Techo experimental es 1.66 W/m²K, mejorando sustancialmente el valor de la muestra patrón que se tomó en techo de calamina metal; que esta facilita el flujo de calor externo de la envolvente hacia el interior en el día y sucede lo contrario en la noche, lo que ocasiona altas temperaturas en el día y bajas en la noche.

- Según la norma EM – 110 confort térmico y lumínico con eficiencia energética, recomienda un valor máximo de transmitancia térmica de 0.83 W/m²k: En el estudio de investigación desarrollado se ha llegado a una conductividad térmica de la muestra patrón a 0.5084 W/mk que corresponde

a una transmitancia térmica de 2.35 W/m²k; así mismo en la muestra experimental su conductividad térmica es 0.0037 W/mK con una transmitancia térmica de 0.017 W/m²k, es decir menor al valor indicado en la norma y respecto a la muestra patrón se ha mejorado sustancialmente.

- En los estudios hechos en el laboratorio COLECBI el valor del Ph del mucilago de nopal es de 3.87 considerándose como una sustancia acida, entre uno de los elementos que contiene el mucilago de nopal se encuentra sustancias que forman sulfatos con los que el mucilago actúa como aglomerante en combinación del Stipa Ichu y la tierra, además permite cerrar los poros internos impermeabilizando la capa de Stipa Ichu y tierra compactada. Según, **Bulnes,C.(2018)** llego a la siguiente conclusión que el pH del mucílago de nopal tenía el valor 4.18 cuya característica es acida por tanto en sus ensayos experimentales de resistencia de los morteros en periodo de (3 y 7) días mostraron un aumento de resistencia respecto al patrón. Pero luego en el ensayo a 28 días la resistencia disminuyo, por lo que se atribuye debido a su acidez ocasionó la pérdida de resistencia de resistencia al mortero que estaba conformado a una proporción determinada de cemento.
- La viscosidad de la sustancia acuosa del nopal se ha determinado en laboratorio para este tipo de estudio se registraron una serie de mediciones, así se pudo determinar el promedio cuyo valor corresponde a 2072.22 cent poises en los ensayos realizados. Según, **Cano et al. (2005)**, en el estudio realizado para utilizar del mucílago de nopal como agente modificador de viscosidad aplicado en la elaboración de concreto, llego a la conclusión que el mucílago fue efectivo para incrementar la viscosidad de la pasta de cemento, con lo que incrementa la resistencia a la segregación del concreto de esta forma incrementando la resistencia y redujo la absorción de agua capilar.

CONCLUSIONES

V. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se llegó a las siguientes conclusiones:

- La muestra del mucilago de nopal tiene cierto grado de acidez teniendo un valor 3.87 pH que en las mezclas con Stipa Ichu y tierra compactada no tiene mayor incidencia en la calidad por cuanto estas capas están debidamente aisladas, tanto en el piso como en el techo.
- La viscosidad del mucilago de nopal obtenida mediante el promedio de varias muestras es de 2072.22 cent poises, lo que significa un alto grado de fluidez; esta propiedad permite mayor trabajabilidad y fluidez al interior de la estructura de la capa de Stipa Ichu empleado para disminuir la conductividad térmica en el piso y techo; asimismo en la mezcla con la tierra para la conformación de la capa de la rasante del piso y la penúltima capa del techo permite disminuir considerablemente la porosidad con lo que se demuestra que aumenta la densidad de la capa de tierra y por ende es impermeable a la presencia del agua aumentando la resistencia y la durabilidad del conjunto de la estructura en el piso y en el techo.
- Entre los componentes químicos del mucilago de nopal, se encuentran sustancias que forman sulfato con los que actúan como aglomerante, uniendo los vacíos entre los tallos del Stipa Ichu, convirtiéndolo en una capa sólida y compacta.
- Los resultados experimentales de las muestras para determinar la conductividad térmica del piso se llevó a cabo haciendo una comparación con una muestra patrón tomada en tierra natural cuyo resultado de la conductividad térmica es 0.7388 W/mK, que corresponde a una transmitancia de térmica de 3.694 W/m² y en la muestra experimental se ha llegado a un valor de conductividad térmica de 0.2004 W/mk, que corresponde a una transmitancia térmica de 1.002 W/m²K. La norma EM –

110 confort térmico y lumínico con eficiencia energética, recomienda un valor máximo de transmitancia térmica de 3.26 W/m²k.

- Los resultados experimentales de las muestras para determinar la conductividad térmica del techo se llevaron a cabo haciendo una comparación con una muestra patrón tomada con una cobertura de calamina 0.20 mm de espesor obteniendo como resultado una conductividad térmica de 0.5084 W/mK con una transmitancia térmica de 2.35 W/m²K y con la muestra experimental se ha llegado a un valor de conductividad térmica de 0.0037 W/mk, que corresponde a una transmitancia térmica de 0.017 W/m²K, norma EM – 110 confort térmico y lumínico con eficiencia energética, recomienda un valor máximo de transmitancia térmica de 0.83 W/m²k.
- Al aplicar la prueba de hipótesis correspondiente se comprueba científicamente nuestra hipótesis de trabajo planteada previamente en el sentido que estadísticamente existe diferencia significativa para una probabilidad de significancia de $p = 0.05$ entre los promedios de los grupos de estudio considerados con respecto a la conductividad térmica de calor de los cubos de madera elaborados para techo en el proceso de experimentación, en el sentido que los materiales utilizados en el grupo experimental como lo constituyen la STIPA ICHU Y MUCILAGO de NOPAL han tenido influencia e implicancia positiva en este resultado, a través de las fortalezas que ofrecen sus propiedades, lo cual ha contribuido a la disminución de la conductividad térmica de calor en comparación a la conductividad térmica utilizado en el grupo considerado como de control.
- En la misma tendencia se corrobora el otro extremo de nuestra hipótesis de trabajo planteada en la medida que estadísticamente también existe diferencia significativa considerando una probabilidad de significancia de $p = 0,05$ entre los promedios de los grupos de estudio con relación a la conductividad térmica de calor de los cubos de madera elaborados para piso, lo cual es sustentado porque los materiales utilizados en el proceso de la

investigación, como son la STIPA ICHU Y MUCILAGO DE NOPAL mediante sus propiedades adecuadas que poseen han influenciado de manera directa y positiva en la determinación de la conductividad térmica de calor, lo que también ha implicado una disminución de la misma en comparación con el grupo control.

- Estos resultados encontrados nos permiten argumentar con fundamento científico que la combinación de los materiales utilizados en este proceso de experimentación, como lo constituyen la STIPA ICHU y MUCILAGO DE NOPAL a través del proceso de adición en las dosificaciones establecidas, a través de las fortalezas que presentan, han influenciado de manera directa a que la conductividad térmica de calor se haya reducido de manera significativa, destacándose más en su aplicación para el proceso del techo, en la medida que el promedio de la conductividad térmica de calor en este proceso del grupo considerado como experimental es menor que el grupo experimental para el proceso de piso y asimismo los resultados encontrados muestran que presentan menor variabilidad y mayor homogeneidad, es decir se encuentra que los resultados respecto a la conductividad térmica más cercanos a su promedio, en comparación al grupo experimental considerado para la experimentación relacionado al proceso del piso. Lo cual significa el cumplimiento del principio que establece que, a menor conductividad térmica, mayor es el aislamiento del calor, lo cual implica un intercambio de energía adecuado.

RECOMENDACIONES

VI. RECOMENDACIONES

- Generar mayor difusión y capacitación del uso de mucilago del nopal en el mejoramiento y construcción de viviendas alto andinas, por ser un insumo económico y alcance de las comunidades beneficiarias.
- Establecer asistencia técnica a favor de la población alto andina por intermedio de las universidades como de las entidades públicas de competencia como: las Municipalidades, Gobiernos Regionales y el Ministerio de Vivienda y Construcción para mejorar la salud de la población vulnerable como son los niños y personas de la tercera edad.
- Propiciar la participación de organismos no gubernamentales en apoyo y réplica del presente estudio para mejorar la conductividad térmica en viviendas alto andinas del Perú.

**REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS**

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Society for Testing and Materials, C518, (1998). Método de prueba estándar para propiedades de transmisión térmica estables a través del aparato del medidor de flujo de calor.
- Albarracin, K., Jaramillo, L., & Albuja, M. (2015). Obtención de bioetanol anhidro a partir de paja (Stipa Ichu). *Revista Politécnica*, 36(2), 1.
- AZA L. (2016). “La totora como material de aislamiento térmico: propiedades y potencialidades”, [Tesis de master]. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Bulnes, C. (2018). Resistencia a la compresión de un mortero cemento-arena adicionando 10% y 20% de mucílago de nopal (Tesis de pregrado). Universidad San Pedro, Perú.
- Braja, D. (2001). Principios de ingeniería de cimentaciones (cuarta ed.). International Thomson Editores, S.A. de C.V.
- Brochero, J., & López, A., (2009). Ensayo de humedad natural, gravedad específica, peso unitario y tamizado. Barranquilla: Corporación universitaria de la costa.
- Cadena, C. & Bula, A. (2002). Estudio de la variación en la conductividad térmica de la cascarilla de arroz aglomerada con fibras vegetales.
- Cano et al. (2005). Estudio de utilización del mucílago de nopal como agente.
- Chacón, V., Quintana, D. & Vera, A. (2017) Evaluación de la erosión y la resistencia a compresión de adobes con sustitución parcial y total del agua en peso por Mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%. (Tesis de pregrado). Universidad Andina del Cusco. Recuperado: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/1212>.
- Charca, S., Noel, J., Andia, D., Flores, J., Guzman, A., Renteros C. & Tumialan, J. (2015). “Assessment of Ichu Fibers as Non-Expensive Thermal Insulation System for the Andean Regions”. [Artículo]. *Energy and Buildings*.

- Crespo, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones* (vol. quinta edición). México: Limusa.
- Escobar, C., & Duque, G. (2002). *Mecánica de los suelos*. Colombia: Universidad nacional de Colombia. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/1864/1/apendice.pdf>.
- Estudiantes de la Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC) y del Massachusetts Institute of Technology (MIT)(2015) ASTM las propiedades térmicas y físicas de fibras naturales como el ichu. Recuperado: <https://www.utec.edu.pe/noticias/estudio-conjunto-entre-el-mit-y-utec-revela-que-el-ichu-es-el-mas-prometedor-aislante-termico-para-calentar-casas-en-region-altoandina>.
- González S., et al. (2012) Optimización de la Extracción de Mucílago de Nopal.
- Hurtado, J. (2016). Stipa ichu: Blogspot copyrigh. Obtenido de <http://animalesyplantasdeperu.blogspot.pe/2016/02/ichu-stipa-ichu.html>
- Jiménez, Y. & Domínguez, E. (2013). Efecto de la impermeabilidad del Mucílago de Nopal en bloques de tierra comprimidos. *Nova Scientia*, 6.
- Lucas, L. (2004). *Taller básico de mecánica de suelos (limite líquido y limite plástico)*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Mendoza, P. S. (2008). Evaluación de la digestibilidad aparente de dietas en base a forrajes nativos (*Festuca Dolichophylla*, *Stipa Ichu*, *Calamagrostis sp.*) y alfalfa (*Medicago Sativa*) por dos métodos in vivo en ovinos criollos (*Ovis aries*) (Tesis de pregrado). Universidad Mayor De San Andrés, La Paz - Bolivia.
- Molina, M. & Valdivia, M. (2007). “Uso de la goma de tuna como impermeabilizante en morteros de tierra”. Universidad Nacional Agraria La Molina UNALM.
- MTC-E115. (2016). *Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor)*. Perú: Ministerio de transportes y comunicaciones.

- Ramos,E. , Ocupa,D. , Molina,J. , Natividad,J. , Espinoza,R. & Prieto,R. (2012) Convenio específico de cooperación interinstitucional entre el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento y la universidad nacional de ingeniería. Recuperado: <http://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2013/12/Ramos-Martinez-Eduardo.pdf>.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2014). Norma EM. 110 confort térmico y lumínico con eficiencia energética. Recuperado: http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/DS-006-2014-VIVIENDA.pdf.
- Sáenz, C et al., 2004. Opuntia spp mucilage's: a funcional component with industrial perspectives. *Journal of Arid Environments*, 57: 275-290.
- Sepúlveda, E et al.,2007. Extraction and characterization of mucilage in Opuntia spp. *Journal of Arid Environments*, 68: 534-545
- Torres, C. (2004). Análisis termo estructural de ladrillos de altas escuadrías con morteros de pega de reducido espesor (Tesis de pregrado). Universidad del Bio,Chile.Recuperadode:https://cybertesis.ubiobio.cl/tesis/2004/torres_c/doc/torres_c.pdf.
- UNALM. (2017). Universidad Nacional Agraria La Molina - Laboratorio de pulpa y papel. Lima - Peru: Departamento Academico de Ciencias Forestales.
- Vega.L.& Villanueva.A (2019) Influencia de la concentración de hidróxido de sodio sobre la resistencia a la tracción de fibras individuales de Stipa ichu. Recuperado:<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/15453/Vega%20Acosta%2c%20Larry%20Alexis%3b%20Villanueva%20Sanchez%2c%20Jean%20Alenn.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Viegas, G., Walsh, C., & Barros, M. (2016). Evaluación cuali-cuantitativa de aislaciones térmicas alternativas para viviendas. El caso de la agricultura familiar. *Revista INVI*, 31(86), 89-117
Recuperado:<http://www.revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/1005/1229>.

AGRADECIMIENTOS

VIII. AGRADECIMIENTOS

A mi Familia que siempre me apoyaron y motivaron para seguir adelante ya que con su ayuda hicieron lo posible para culminar mis estudios y seguir avanzando con mis metas.

Gracias a cada Asesor que hizo parte de este proceso integral de formación, y por brindarme sus conocimientos para el desarrollo de la tesis.

A mis amigos que me alentaron a seguir avanzando en mi carrera profesional, muchas gracias por su amistad y apoyo incondicional.

ANEXOS

IX. ANEXOS

ANEXO 1

PANEL FOTOGRAFICO



Figura 16. Ubicación del Estudio Distrito: Malvas -Departamento: Ancash – Provincia: Huarvey.



Figura 17. Visita a la Zona de Estudio.



Figura 18. Calicata de la Zona de Estudio

Procesamiento de los Cladodios de Nopal para la Extracción del Mucilago



Figura 19. Recolección de cladodios de Nopal.



Figura 20. Limpieza de los cladodios



Figura 21. Fraccionamiento de los Cladodios de Nopal.



Figura 22. Sumergido de los cladodios fraccionados en agua por un periodo de 7 días.



Figura 23. Extracción del mucílago de nopal mediante un proceso mecánico.



Figura 24. Ensayo de viscosidad del mucilago de nopal en el laboratorio de hidráulica de la universidad San Pedro.



Figura 25. Recolección de Stipa ichu.



Figura 26. Habilitación del Stipa ichu a una longitud de 10cm para piso y techo.



Figura 27. Recolección de la muestra de suelo.



Figura 28. Tamizado de la muestra de suelo.



Figura 29, 30,31. Ensayo de Atterberg- Límite Líquido.



Figura 32. Muestras para el secado en horno - Limite Plástico.

Ensayo de Proctor



Figura 33. Se habilito 4 bolsa de 6 kilos para la muestra patrón y 4 bolsas de 6 kilos para la muestra experimental.



Figura 34. Proceso de adición de agua en porcentaje en peso de la muestra suelo (2%,5%,8%,11%).



Figura 35. Separación de la muestra del suelo para el proceso de compactado.



Figura 36. Humedecimiento de la muestra del suelo Experimental con Mucilago de Nopal.



Figura 37. Mezclado de la muestra del suelo con Mucilago de Nopal.



Figura 38. Supervisión en el proceso de compactado para el Proctor Modificado – Asesor Ing. Rogelio Castañeda Gamboa.



Figura 39. Proceso de compactado.



Figura 40. En proceso de moldeado se retira el collar y se empareja en la parte superior del molde.



Figura 41. Verificación del molde para moldear muestras para Piso y Techo del Estudio.



Figura 42. Desmoldeo de la muestra Patrón y Experimental.



Figura 43. Secado en horno de las muestras del suelo patrón y experimental.



Figura 44. Colocación de la capa de Stipa ichu en la muestra experimental.



Figura 45. Estructuración de la muestra de techo que contiene cana brava, Stipa ichu y Bloque de tierra compactada.



Figura 46. Ensayo de Conductividad Térmica para el piso patrón y experimental Bajo la norma ASTM D-7984, realizado en la Universidad Nacional Ingeniería.



Figura 47. Ensayo de Conductividad Térmica para el techo patrón y experimental Bajo la norma ASTM D-7984, realizado en la Universidad Nacional Ingeniería

ANEXO 2

ENSAYOS DEL LABORATORIO

**ENSAYO DE ANÁLISIS
GRANULOMETRICO DEL
SUELO**



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D422)

SOLICITA : BACH. MINAYA CHAVESTA LINA KIMBERLHY
 TESIS : CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE PISO Y TECHO PARA UNA VIVIENDA ALTO ANDINA ADICIONANDO STPA ICHU Y MUCILAGO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS-INDICA) EN EL DISTRITO MALVAS-PROVINCIA HUARMEY-DEPARTAMENTO ANCASH
 MUESTRA : CALICATA - 1
 LUGAR : DISTRITO DE MALVAS - PROVINCIA DE HUARMEY - DPTO. ANCASH
 FECHA : 10/04/2019

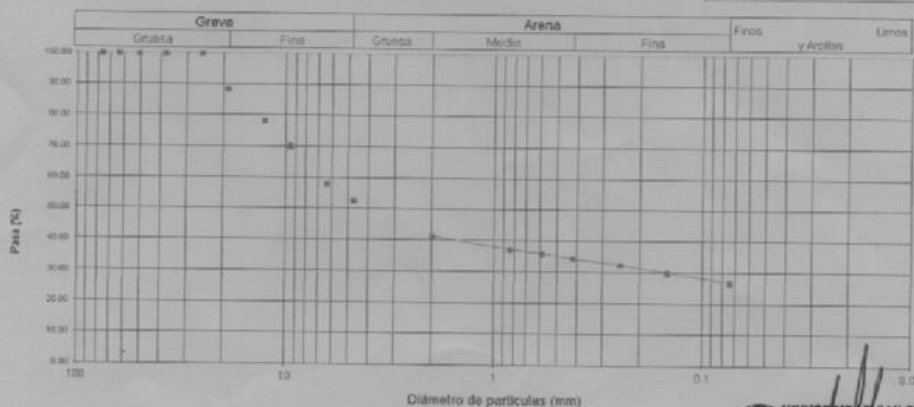
Peso Seco Inicial	940.7	gr.
Peso Seco Lavado	686.0	gr.
Peso perdido por lavado	254.7	gr.

CALICATA - 1
M - 1
PROF : 1.60

Tamiz/Abertura N° (mm)	Peso Retenido (gr.)	Referido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO	
2 1/2"	75.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno como subgrado A 2-B Grava y arena arcillosa o limosa	
2"	50.80	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0		
1"	22.50	0.0	0.0	100.0		
3/4"	18.00	108.1	11.5	88.5		
1/2"	12.50	94.1	10.0	21.5	78.5	* Clasificación (S.U.C.S.) Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con fines (suelo sucio).
3/8"	9.50	76.3	8.1	29.6	70.4	
1/4"	6.30	112.8	12.0	41.6	58.4	Peso tamiz N° 4 (%) : 52.9 Peso tamiz N° 200 (%) : 27.1 D60 (mm) : 6.77 D30 (mm) : 0.159 D10 (mm) : Cu Cc
N° 4	4.75	52.0	5.5	47.1	52.9	
N° 10	2.00	107.1	11.4	58.5	41.5	
N° 20	0.850	37.7	4.0	62.5	37.5	
N° 30	0.600	12.5	1.3	63.8	36.2	
N° 40	0.425	14.6	1.8	65.4	34.6	
N° 60	0.250	18.9	2.0	67.4	32.6	
N° 100	0.150	22.2	2.4	69.8	30.2	
N° 200	0.075	29.7	3.2	72.9	27.1	
< 200	254.7	27.1	100.0	0.0	0.0	
Total	940.7			100.0		

Límite líquido LL	27.4
Límite plástico LP	14.02
Índice plasticidad IP	13.38

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Los Pinos - Mz. B s/n - Chimbote
 Mg. Miguel Soldr Jara
 UGRIE

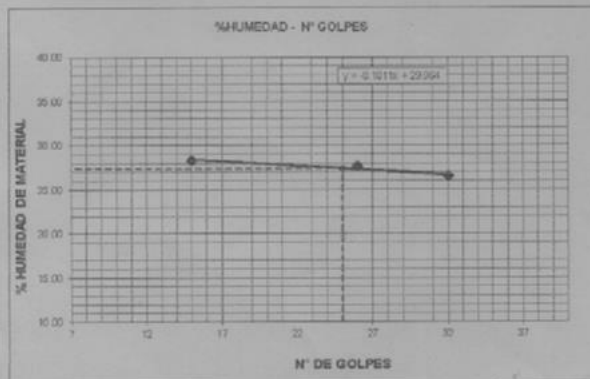
**ENSAYOS DEL LIMITE DE
ATTERBERG**



LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO
(MTC E-110,E-111,ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITA : BACH MINAYA CHAVESTA LINA KIMBERLHY
 TESIS : CONDUCTIVIDAD TERMICA DE PISO Y TECHO PARA UNA VIVIENDA ALTO ANDINA
 ADICIONANDO STIPA ICHU Y MUCILAGO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS-INDICA)
 EN EL DISTRITO: MALVAS-PROVINCIA: HUARMEY-DEPARTAMENTO: ANCASH
 MUESTRA : TERRENO NATURAL
 LUGAR : DISTRITO DE MALVAS - PROVINCIA DE HUARMEY - DPTO. ANCASH
 FECHA : 10/09/2019

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	50.70	53.90	56.30	21.00	20.60	20.20
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	44.30	46.20	49.20	20.20	18.90	18.50
PESO DE LA TARA (gr.)	21.70	18.40	22.40	15.00	14.70	14.20
PESO DEL AGUA (gr.)	6.40	7.70	7.10	0.80	0.70	0.70
PESO SUELO SECO (gr.)	22.80	27.80	26.80	5.20	5.20	5.30
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	28.32	27.70	26.49	15.38	13.46	13.21
Nro. DE GOLPES	15	25	32	14.02		



LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110,ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL :	% 27.44

LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111,ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP :	% 14.02

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP :	% 13.42

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lta. Melilla de Lario y Cerro de Morayca
 Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



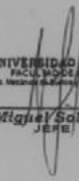
CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. MINAYA CHAVESTA LINA KIMBERLHY
TESIS : CONDUCTIVIDAD TERMICA DE PISO Y TECHO PARA UNA VIVIENDA ALTO ANDINA
ADICIONANDO STIPA ICHU Y MUCILAGO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS-INDICA)
EN EL DISTRITO: MALVAS-PROVINCIA: HJARMEY-DEPARTAMENTO: ANCASH
MUESTRA : CALICATA - 1
LUGAR : DISTRITO DE MALVAS - PROVINCIA DE HJARMEY - DPTO: ANCASH
FECHA : 10/04/2019

ENSAYO N°	M-1	M-2
Peso de tara + MH	734.40	677.80
Peso de tara + MS	693.50	637.50
Peso de tara	212.30	198.30
Peso del agua	40.90	40.30
MS	481.20	439.20
Contenido de humedad (%)	8.50	9.18
Humedad promedio(%)	8.84	

NOTA : La muestra fue traída y realizado por el interesado en este Laboratorio.


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FAC. DE INGENIERIA
LAB. MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Salar Jara
JEFE

**ENSAYO DE PROCTOR
MODIFICADO**



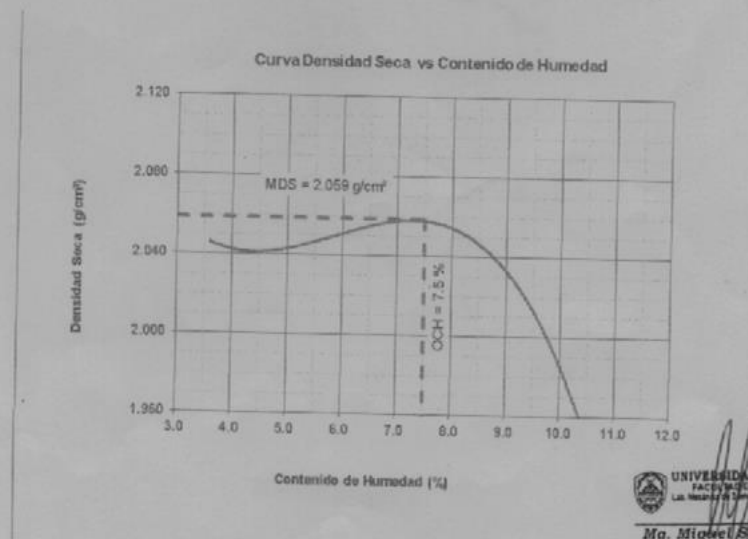
PROCTOR MODIFICADO

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH. MINAYA CHAVESTA LINA KIMBERLHY
 TESIS : CONDUCTIVIDAD TERMICA DE PISO Y TECHO PARA UNA VIVIENDA ALTO ANDINA
 ADICIONANDO STIPA ICHU Y MUCILAGO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS-INICA)
 EN EL DISTRITO: MALVAS-PROVINCIA: HUARMEY-DEPARTAMENTO: ANCASH
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 LUGAR : DISTRITO DE MALVAS - PROVINCIA DE HUARMEY - DPTO. ANCASH
 FECHA : 10/04/2019

Metodo Compactación:	"C"	Número de Golpes		56
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ²		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	7408.0	7524.0	7624.0	7468.0
02 - Peso del Molde (g)	2603.5	2603.5	2603.5	2603.5
03 - Peso Suelo Humedo (g)	4804.5	4920.5	5020.5	4864.5
04 - Volumen del Molde (cm ³)	2266.2	2266.2	2266.2	2266.2
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	2.120	2.171	2.215	2.147
06 - Tarro N°	01	02	02	03
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	762.0	725.5	664.3	760.2
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	742.6	694.3	631.1	705.2
09 - Peso del agua (g)	19.4	31.2	33.2	55.0
10 - Peso del tarro (g)	208.0	167.7	198.8	187.6
11 - Peso suelo seco (g)	534.6	526.6	432.3	517.6
12 - Contenido de Humedad (%)	3.6	5.9	7.7	10.6
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	2.046	2.050	2.057	1.941

Contenido Optimo Humedad 7.5 % Densidad Seca Maxima. 2.059 g/cm³





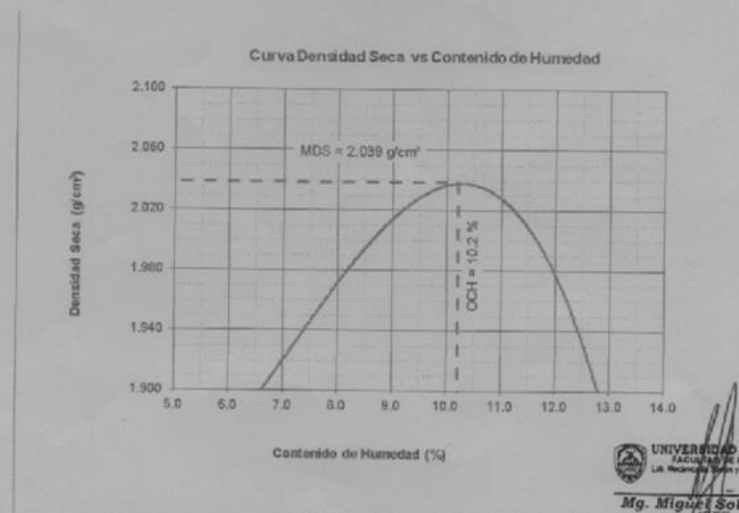
PROCTOR MODIFICADO- MUCILAGO

NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115

SOLICITA : BACH.MINAYA CHAVESTA LINA KIMBERLHY
 TESIS : CONDUCTIVIDAD TERMICA DE PISO Y TECHO PARA UNA VIVIENDA ALTO ANDINA
 ADICIONANDO STIPA ICHU Y MUCILAGO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS-INICA)
 EN EL DISTRITO: MALVAS-PROVINCIA: HUARMEY-DEPARTAMENTO: ANCASH
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 LUGAR : DISTRITO DE MALVAS - PROVINCIA DE HUARMEY - DPTO: ANCASH
 FECHA : 10/04/2019

Metodo Compactación:	"C"	Número de Golpes		56
Energía de Compactación Standar		27.7 Kg.cm / cm ²		
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	6908.0	7071.0	7523.0	7458.0
02 - Peso del Molde (g)	2603.5	2603.5	2603.5	2603.5
03 - Peso Suelo Humedo (g)	4304.5	4467.5	4919.5	4854.5
04 - Volumen del Molde (cm ³)	2266.2	2266.2	2266.2	2266.2
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm ³)	1.899	1.971	2.171	2.142
06 - Tarro N°	01	02	02	03
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	845.2	846.0	658.6	706.0
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	824.6	810.7	622.9	649.0
09 - Peso del agua (g)	20.6	35.3	35.7	57.0
10 - Peso del tarro (g)	209.1	206.0	208.1	202.0
11 - Peso suelo seco (g)	615.5	604.7	414.8	447.0
12 - Contenido de Humedad (%)	3.3	5.8	8.6	12.8
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	1.839	1.863	1.999	1.899

Contenido Optimo Humedad 10.2 % Densidad Seca Maxima, 2.039 g/cm³



ENSAYO DEL PH



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20190415-003

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : LINA KIMBERLHY MINAYA CHAVESTA
DIRECCIÓN : Pje. Ricardo Palma Mz- 03 Lota 20 - Chimbote
PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADO
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En botella de Plástico.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2019-04-15
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2019-04-15
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2019-04-15
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI : SS 190415-3

RESULTADOS

“CONDUCTIVIDAD TERMICA DE PISO Y TECHO PARA UNA VIVIENDA ALTO ANDINA ADICIONANDO STIPA ICHU Y MUCILAGO DE NOPAL(OPUNTIA FICUS –INDICA) DISTRITO DE MALVA – PROVINCIA DE HUARMEY, DEPARTAMENTO ANCASH”

MUESTRA	ENSAYO
	pH
MUCILAGO DE NOPAL	3,87

METODOLOGÍA EMPLEADA


pH : Potenciométrico.

NOTA:

- Las muestras fueron recepcionadas por Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Abril 16 del 2019.

GVR/jms


A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.B.P. 326
COLECBI S.A.C.

LC-MPLHRE
Rev. 05
Fecha 2019-03-22

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME
BIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752

Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com

ENSAYO DE VISCOSIDAD



Chimbote, 17 de abril del 2019

INFORME N° 1 - ABRIL-19**Solicitante:** Minaya Chavesta Kimberlhy Lina**RUC/ DNI:** 76632185**1. MUESTRA:** Mucilago de Nopal

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	MN-1A	500 ml	Malvas

2. ENSAYOS A APLICAR

- Viscosimetría dinámica

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Viscosímetro Fungilab S.A. modelo VISCO BASIC PLUS, +/- 1% de precisión, Cap.Max : 2000000 Cp cumple con normas ISO 2555, ISO 1652
- Masa de muestra analizada: 500 ml
- Velocidad de torque: 50RPM
- Torque promedio: 17.1 %
- Spindle estandarizada: L
- Temperatura media de trabajo: 16 °C
- Intervalo de lectura: 30 seg

**Jefe de Laboratorio:**

Ing. Lopez Carranza, Atilio Ruben

Analista responsable:

Ing. Lopez Carranza, Atilio Ruben

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz.B s/n-Chimbote

Cel.943608280

Email:arubenlopez32@hotmail.com



Chimbote, 17 de abril del 2019

INFORME N° 1 - ABRIL-19

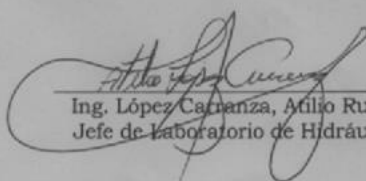
4. RESULTADOS:

Paso (#)	Punto (#)	Tiempo (s)	Viscosidad (cP)	Torque (%)	Velocidad (RPM)
1	1	30	1957.6	16.2	50
1	2	60	2044.8	16.9	50
1	3	90	2004.0	16.5	50
1	4	120	2095.2	17.3	50
1	5	150	2259.5	18.6	50

5. CONCLUSIONES

- I. El promedio resultante de la viscosidad de la muestra de mucilago de nopal resulta en 2072.22 cent poises.

Chimbote, 17 de abril del 2019



Ing. López Camariza, Atilio Ruben
Jefe de Laboratorio de Hidráulica

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote

Cel. 943608280

Email: arubenlopez32@hotmail.com

**ENSAYOS DE
CONDUCTIVIDAD
TÉRMICA**



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Académico Profesional
de Ingeniería Civil

“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

Chimbote 03 de mayo de 2019

Señor:

Ing. José Carlos Díaz Rosado
Facultad de Ciencias
Universidad Nacional de Ingeniería
Presente.-

Asunto: Solicita apoyo con uso de laboratorio para desarrollo de tesis

Tengo a bien dirigirme a usted para saludarlo cordialmente, y al mismo tiempo solicitar apoyo con el uso del laboratorio para desarrollar ensayo de conductividad térmica, para el desarrollo del trabajo de investigación, tema: “CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE PISO Y TECHO PARA UNA VIVIENDA ALTO ANDINA ADICIONANDO STIPA JCHU Y MUCILAGO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS – INDICA) EN EL DISTRITO: MALVAS – PROVINCIA HUARMEY – DEPARTAMENTO ANCASH”, la misma que viene siendo elaborada por la egresada de la Escuela de Ingeniería Civil: **Minaya Chavesta Lina Kimberlhy**, identificada con DNI 76632185.

Agradeciéndole anticipadamente por su valioso apoyo en la formación de nuestros futuros profesionales, aprovecho la oportunidad para testimoniarle mi consideración y estima.

Atentamente,



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
[Signature]
Dr. Rogelio Castañeda Gamboa
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

*Ensayo realizado
21/05/2019
Dr. José Carlos Díaz Rosado
[Signature]*

LABORATORIO DE INVESTIGACION Y DE CIENCIAS
(UNI)

SOLICITANTE : MINAYA CHAVESTA LINA KIMBERLHY
DNI : 76632185
UNIVERSIDAD : SAN PEDRO - CHIMBOTE
INVESTIGACION : "CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE PISO Y TECHO PARA UNA VIVIENDA ALTO ANDINA ADICIONANDO STIPA ICHU Y MUCÍLAGO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS-INDICA) EN EL DISTRITO: MALVAS - PROVINCIA: HUARMEY - DEPARTAMENTO: ANCASH"
ESPECIMEN : CUBO DE MADERA PARA PISO
DIMESIONES : 10 cm x 10 cm x 20 cm
NORMA : EL equipo trabaja bajo la norma ASTM D7984

PARAMETROS DEL EQUIPO:

El sistema TCI mide la conductividad térmica (k , [W/mK]) y la efusividad de los materiales de forma directa. El equipo Utiliza un sensor de reflectancia del calor de un solo lado, interfacial, que aplica una fuente de calor constante y momentánea a la muestra.

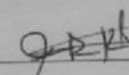
El sistema se compone de un sensor, la electrónica de control y el software de computadora.

RESULTADOS:

MUESTRA	k (W/mK) 1	k (W/mK) 2	k (W/mK) 3	PROMEDIO k (W/mK)
PATRON	0.7350	0.7382	0.7431	0.7388
EXPERIMENTAL	0.1895	0.1976	0.2141	0.2004



Figura 1. Equipo Thermal Conductivity Instrument, usado para el estudio.


RESPONSABLE Dr. José Carlos Díaz Rosado

Lima 21 de mayo del 2019

LABORATORIO DE INVESTIGACION Y DE CIENCIAS
(UNI)

SOLICITANTE : MINAYA CHAVESTA LINA KIMBERLHY
DNI : 76632185
UNIVERSIDAD : SAN PEDRO - CHIMBOTE
INVESTIGACION : "CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE PISO Y TECHO PARA UNA VIVIENDA ALTO ANDINA ADICIONANDO STIPA ICHU Y MUCÍLAGO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS-INDICA) EN EL DISTRITO: MALVAS - PROVINCIA: HUARMEY - DEPARTAMENTO: ANCASH"
ESPECIMEN : CUBO DE MADERA PARA TECHO
DIMENSIONES : 10 cm x 10 cm x 21.6 cm
NORMA : EL equipo trabaja bajo la norma ASTM D7984

PARAMETROS DEL EQUIPO:

El sistema TCI mide la conductividad térmica (k , [W/mK]) y la efusividad de los materiales de forma directa. El equipo Utiliza un sensor de reflectancia del calor de un solo lado, interfacial, que aplica una fuente de calor constante y momentánea a la muestra.

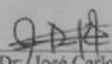
El sistema se compone de un sensor, la electrónica de control y el software de computadora.

RESULTADOS:

MUESTRA	k (W/mK) 1	k (W/mK) 2	k (W/mK) 3	PROMEDIO k (W/mK)
PATRON	0.5112	0.5080	0.5061	0.5084
EXPERIMENTAL	0.0043	0.0043	0.0025	0.0037



Figura 2. Equipo Thermal Conductivity Instrument, usado para la muestra.


RESPONSABLE Dr. José Carlos Díaz Rosado

Lima 21 de mayo del 2019