

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Influencia del extracto de cabuya en la resistencia a la
compresión y capacidad de absorción del tapial en la localidad
de Huayocoto – Huánuco – 2024”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Tacuchi Anco, Christian Bryan

ASESOR: Tuanama Lavi, José Wicley

HUÁNUCO – PERÚ

2025

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero(a) Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 75059660

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 05860064

Grado/Título: Maestro en gerencia pública

Código ORCID: 0000-0002-5148-6384

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745
2	Suarez Landauro, Reynaldo Favio	Maestro en gestión pública	22498065	0000-0002-4641-3797
3	Barboza Quispe, Juan Carlos	Magister en educación mención en docencia y gestión educativa	41541171	0000-0002-4070-3830



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A)
CIVIL**

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:00 horas del día martes 15 de julio de 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

❖ MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA	PRESIDENTE
❖ MG. REYNALDO FAVIO SUAREZ LANDAURO	SECRETARIO
❖ MG. JUAN CARLOS BARBOZA QUISPE	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 1417-2025-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "INFLUENCIA DEL EXTRACTO DE CABUYA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL TAPIAL EN LA LOCALIDAD DE HUAYOCOTO – HUÁNUCO –2024", presentado por el (la) Bachiller. Bach. Christian Bryan TACUCHI ANCO, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

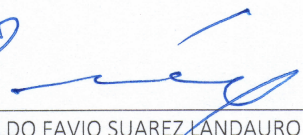
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprobado por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 14 y cualitativo de Suficiente (Art. 47).

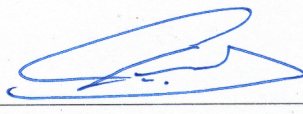
Siendo las 17:00 horas del día 15 del mes de julio del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA
DNI: 70502371
ORCID: 0000-0002-5650-3745

PRESIDENTE


MG. REYNALDO FAVIO SUAREZ LANDAURO
DNI: 22498065
ORCID: 0000-0002-4641-3797

SECRETARIO (A)


MG. JUAN CARLOS BARBOZA QUISPE
DNI: 41541171
ORCID: 0000-0002-4070-3830

VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: CHRISTIAN BRYAN TACUCHI ANCO, de la investigación titulada "INFLUENCIA DEL EXTRACTO DE CABUYA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL TAPIAL EN LA LOCALIDAD DE HUAYOCOTO - HUÁNUCO - 2024", con asesor(a) JOSE WICLEY TUANAMA LAVI, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 0015-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 25 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 12 de junio de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

83. Christian Bryan, Tacuchi Anco.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

6%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

3

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

2%

4

repositorio.continental.edu.pe

Fuente de Internet

2%

5

distancia.udh.edu.pe

Fuente de Internet

2%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO

D.N.I.: 47074047

cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA

D.N.I.: 71345687

cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

A Dios, fuente de mi fortaleza y guía en cada etapa de este camino, por otorgarme sabiduría, constancia y la oportunidad de cumplir mis objetivos.

A mis padres, cuyo amor, esfuerzo y enseñanzas han sido la base de mi desarrollo tanto personal como profesional. Su apoyo incondicional y los valores que me han transmitido han sido fundamentales en este logro.

A mi familia, por su compañía, paciencia y palabras de aliento en los momentos más desafiantes. Su respaldo ha sido mi mayor inspiración para continuar y alcanzar esta meta.

Con gratitud y profundo aprecio, les dedico este logro.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por estar siempre a mi lado, protegiéndome de todo mal. A mi familia, por su apoyo incondicional en cada meta que me propongo. Y a todas las personas que, de alguna manera, contribuyeron a esta investigación, cuyo respaldo ha sido fundamental en mi camino. Sé que, con su ayuda, llegaré muy lejos.

Asimismo, extendiendo mi gratitud a mis docentes y asesores, quienes, con su orientación y conocimientos, han sido una guía invaluable en este proceso. Su dedicación y compromiso me han permitido ampliar mis horizontes y fortalecer mis capacidades, brindándome las herramientas necesarias para seguir avanzando en mi formación académica y profesional.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
INTRODUCCIÓN	XIV
CAPÍTULO I	15
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.2.1 PROBLEMA GENERAL	17
1.2.2 PROBLEMA ESPECÍFICO	17
1.3 OBJETIVO GENERAL	18
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.7 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.8 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	20
CAPÍTULO II	21
MARCO TEÓRICO	21
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	21
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES	21
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES	23
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES	25

2.2 BASES TEÓRICAS.....	26
2.2.1 LA TAPIA	26
2.2.2 COMPONENTES DE LA TAPIA	28
2.2.3 TIERRA ESTABILIZADA	31
2.2.3 TAPIAL ESTABILIZADO.....	31
2.2.5 CABUYA (FURCRAEA ANDINA)	32
2.2.6 EXTRACTO DE CABUYA (AGUAMIEL).....	33
2.2.7 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	35
2.2.8 ENSAYO DE ABSORCIÓN	35
2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES	36
2.4 HIPÓTESIS.....	38
2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL	38
2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA	38
2.5 VARIABLES.....	38
2.5.1 VARIABLES DEPENDIENTES	38
2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE	38
2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	39
CAPÍTULO III.....	41
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	41
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	41
3.1.1 ENFOQUE.....	41
3.1.2 ALCANCE O NIVEL	42
3.1.3 DISEÑO	42
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	42
3.2.1 POBLACIÓN	42
3.2.2 MUESTRA.....	43
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	44

3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	44
3.3.2 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	64
3.3.3 PARA EL ANÁLISIS E INTERPRESTACION DE LOS DATOS ..	64
CAPÍTULO IV	65
RESULTADOS	65
4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS	65
4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	87
4.2.1 PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	90
4.2.2 PARA LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN	94
CAPÍTULO V	98
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	98
5.1 CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	98
CONCLUSIONES	100
RECOMENDACIONES.....	103
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
ANEXOS	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Muestras para ensayo a compresión	43
Tabla 2 Muestras para ensayo de absorción	44
Tabla 3 Resistencia a la Compresión de Tapiales Patrón y según diseño ...	65
Tabla 4 Resultado de la compresión: tapiales con 10 días de reposo y tapiales patrón	67
Tabla 5 Resultado de la compresión: tapiales con 15 días de reposo y tapiales patrón	69
Tabla 6 Resultado de la compresión: tapiales con 20 días de reposo y tapiales patrón	71
Tabla 7 Comparación de la compresión promedio: tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo y tapiales patrón	73
Tabla 8 Porcentaje de absorción: tapiales patrón y tapiales según diseño ..	76
Tabla 9 Porcentaje de absorción: tapiales con 10 días de reposo y tapiales patrón	78
Tabla 10 Porcentaje de absorción: tapiales con 15 días de reposo y tapiales patrón	80
Tabla 11 Porcentaje de absorción: tapiales con 20 días de reposo y tapiales patrón	82
Tabla 12 Porcentaje de absorción promedio: tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo y tapiales patrón.....	84
Tabla 13 Tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo y tapiales patrón	87
Tabla 14 Prueba de Mann-Whitney resistencia a la compresión promedio de los tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo y tapiales patrón	88
Tabla 15 Prueba de normalidad porcentajes de absorción promedio: tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo y tapiales patrón	88
Tabla 16 Prueba de T Student porcentajes de absorción promedio: tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo y tapiales patrón	89
Tabla 17 Prueba de normalidad: tapiales con 10 días de reposo y tapiales patrón	90
Tabla 18 Prueba de Mann-Whitney tapiales con 10 días de reposo y tapiales patrón	91

Tabla 19 Prueba de normalidad: tapiales con 15 días de reposo y tapiales patrón	91
Tabla 20 Prueba de Mann-Whitney: tapiales con 15 días de reposo y tapiales patrón	92
Tabla 21 Prueba de normalidad: tapiales con 20 días de reposo y tapiales patrón	93
Tabla 22 Prueba de Mann-Whitney: tapiales con 20 días de reposo y tapiales patrón	93
Tabla 23 Prueba de normalidad: tapiales con 10 días de reposo y tapiales patrón	94
Tabla 24 Prueba de Mann-Whitney tapiales con 10 días de reposo y tapiales patrón	95
Tabla 25 Prueba de normalidad tapiales con 15 días de reposo y tapiales patrón	95
Tabla 26 Prueba de Mann-Whitney: tapiales con 15 días de reposo y tapiales patrón	96
Tabla 27 Prueba de normalidad: tapiales con 20 días de reposo y tapiales patrón	97
Tabla 28 Prueba de Mann-Whitney: tapiales con 20 días de reposo y tapiales patrón	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Recomendaciones para las juntas de avance en la técnica del tapial reforzado	28
Figura 2 La cabuya (furcraea Andina).....	33
Figura 3 Recolección de la muestra de tierra	45
Figura 4 Pesaje de suelo para realizar la granulometría	46
Figura 5 Vibrado manual de los tamices	46
Figura 6 Pesaje de las muestras de suelo retenidas en los tamices	47
Figura 7 Preparación de la muestra de suelo para el ensayo de Casagrande	47
Figura 8 Llenado de muestra a la cuchara de Casagrande.....	48
Figura 9 Pesaje de la muestra de Casagrande	48
Figura 10 Ensayo de límite plástico del suelo	49
Figura 11 Pesaje de las muestras elipsoides del suelo	49
Figura 12 Adición de extracto de cabuya	50
Figura 13 Adición de extracto de cabuya	50
Figura 14 Adición de extracto de cabuya	51
Figura 15 Elaboración de los tapiales	51
Figura 16 Enrazado de los tapiales.....	52
Figura 17 Secado de los tapiales.....	52
Figura 18 Muestras de los tapiales	53
Figura 19 Pesaje de los tapiales de tierra patrón	53
Figura 20 Pesaje de los tapiales de 10 días de reposo de extracto de cabuya	54
Figura 21 Pesaje de los tapiales de 15 días de reposo de extracto de cabuya	54
Figura 22 Pesaje de los tapiales de 20 días de reposo de extracto de cabuya	55
Figura 23 Capacidad de absorción	55

Figura 24 Toma de tiempo de la capacidad de absorción	56
Figura 25 Pesaje de la capacidad de absorción patrón.....	56
Figura 26 Pesaje de la capacidad de absorción de los tapiales de tierra de 10 días de reposo	57
Figura 27 Pesaje de la capacidad de absorción de los tapiales de tierra de 15 días de reposo	57
Figura 28 Pesaje de la capacidad de absorción de los tapiales de tierra de 20 días de reposo	58
Figura 29 Ensayo de resistencia a la compresión de los tapiales de tierra patrón	58
Figura 30 Capacidad de carga de los tapiales patrón	59
Figura 31 Rotura de los tapiales de tierra patrón	59
Figura 32 Compresión de los tapiales con 10 días de reposo	60
Figura 33 Capacidad de carga tapiales con 10 días de reposo.....	60
Figura 34 Rotura de los tapiales con 10 días de reposo	61
Figura 35 Compresión de los tapiales con 15 días de reposo	61
Figura 36 Capacidad de carga tapiales con 15 días de reposo.....	62
Figura 37 Rotura de los tapiales con 15 días de reposo	62
Figura 38 Compresión de los tapiales con 20 días de reposo	63
Figura 39 Capacidad de carga tapiales con 20 días de reposo.....	63
Figura 40 Rotura de los tapiales con 20 días de reposo	64
Figura 41 Comparación de la resistencia a la compresión: tapiales patrón y según diseño	66
Figura 42 Comparación de la compresión: tapiales con 10 días de reposo y los tapiales patrón.....	68
Figura 43 Comparación de la compresión: tapiales con 15 días de reposo y tapiales patrón	70
Figura 44 Comparación de la compresión: tapiales con 20 días de reposo y tapiales patrón	72
Figura 45 Comparación de la compresión promedio: tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo y tapiales patrón	74

Figura 46 Comparación de la resistencia a la compresión promedio de todos los grupos analizados	75
Figura 47 Comparación del porcentaje de absorción tapiales patrón y tapiales según diseño	77
Figura 48 Comparación del porcentaje de absorción tapiales con 10 días de reposo y tapiales patrón.....	79
Figura 49 Comparación del porcentaje de absorción: tapiales con 15 días de reposo y tapiales patrón.....	81
Figura 50 Comparación del porcentaje de absorción: tapiales con 20 días de reposo y tapiales patrón.....	83
Figura 51 Comparación del porcentaje de absorción promedio: tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo y tapiales patrón.....	85
Figura 52 Comparación del porcentaje de absorción para todos los grupos analizados	86

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar la influencia del extracto de cabuya en la resistencia a la compresión y la capacidad de absorción del tapial en la localidad de Huayocoto, Huánuco - 2024. Para ello, se realizaron ensayos experimentales en los que se evaluaron muestras de tapial con y sin la adición de extracto de cabuya. Se empleó un diseño cuasi-experimental con grupos sometidos a diferentes tiempos de reposo (10, 15 y 20 días) y se aplicaron pruebas estadísticas para determinar la significancia de los efectos observados.

Los resultados obtenidos indican que la adición de extracto de cabuya incrementa la resistencia a la compresión del tapial, alcanzando un valor promedio de 18,20 kg/cm² en comparación con los 14,93 kg/cm² de los tapias patrón, lo que fue confirmado mediante la prueba de Mann-Whitney ($U=202$; $p=0,001<0,05$). Asimismo, se evidenció que la capacidad de absorción de los tapias tratados con extracto de cabuya disminuye, registrando un promedio de 7,51% frente al 9,61% de los tapias patrón, con un nivel de significancia validado por la prueba t ($t=47.032$; $p=0,001<0,05$).

En conclusión, el extracto de cabuya influye de manera significativa en la resistencia a la compresión y la capacidad de absorción del tapial, lo que podría contribuir a una mayor durabilidad y estabilidad del material en condiciones de uso. Estos hallazgos respaldan el uso del extracto de cabuya como un aditivo potencial en la construcción con tierra, optimizando las características del tapial en zonas rurales.

Palabras Clave: Resistencia a la compresión, Capacidad de absorción, tapial, extracto de cabuya, durabilidad.

ABSTRACT

The present research aimed to determine the influence of cabuya extract on the compressive strength and absorption capacity of rammed earth in the locality of Huayocoto, Huánuco – 2024. To achieve this, experimental tests were conducted to evaluate rammed earth samples with and without the addition of cabuya extract. A quasi-experimental design was employed, with groups subjected to different curing times (10, 15, and 20 days), and statistical tests were applied to determine the significance of the observed effects.

The results indicate that the addition of cabuya extract increases the compressive strength of rammed earth, reaching an average value of 18.20 kg/cm² compared to 14.93 kg/cm² in the control samples. This was confirmed by the Mann-Whitney test ($U=202$; $p=0.001<0.05$). Additionally, the absorption capacity of the cabuya-treated rammed earth decreased, registering an average of 7.51% compared to 9.61% in the control samples, with a significance level validated by the t-test ($t=47.032$; $p=0.001<0.05$).

In conclusion, cabuya extract significantly influences the compressive strength and absorption capacity of rammed earth, potentially contributing to greater durability and stability of the material in practical applications. These findings support the use of cabuya extract as a potential additive in earth construction, optimizing the properties of rammed earth in rural areas.

Keywords: Compressive strength, Absorption capacity, Rammed earth, Cabuya extract, durability.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, la construcción con tierra ha sido una práctica tradicional ampliamente utilizada en zonas rurales debido a su bajo costo, accesibilidad y propiedades térmicas favorables. Sin embargo, una de las principales limitaciones de esta técnica es la baja resistencia mecánica y la alta absorción de agua, lo que afecta la durabilidad de las edificaciones, especialmente en regiones con condiciones climáticas adversas. En este contexto, la búsqueda de materiales y aditivos naturales que mejoren las propiedades del tapial se vuelve una necesidad para fortalecer la construcción sostenible en comunidades rurales.

La localidad de Huayocoto, en la región Huánuco, es un claro ejemplo de una zona donde el tapial sigue siendo una técnica constructiva predominante, pero enfrenta desafíos estructurales debido a la humedad y la falta de refuerzos adecuados. El uso de extractos naturales, como el de cabuya, ha sido una alternativa poco explorada en la mejora del tapial, a pesar de que estudios previos han demostrado su potencial en el refuerzo de materiales de construcción a base de tierra. Por ello, esta investigación busca evaluar científicamente la influencia del extracto de cabuya en la resistencia a la compresión y la capacidad de absorción del tapial, con el fin de aportar soluciones técnicas viables para la mejora de las edificaciones en comunidades rurales.

En este estudio, se analizará experimentalmente el impacto del extracto de cabuya en muestras de tapial sometidas a distintos tiempos de reposo (10, 15 y 20 días), comparándolas con tapias patrón sin aditivos. A través de pruebas mecánicas y análisis estadísticos, se determinará si la incorporación de este extracto puede optimizar las propiedades del material y contribuir a edificaciones más resistentes y duraderas en la región.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A nivel mundial, las estructuras de tierra siguen siendo una solución alternativa para proporcionar vivienda a las personas, especialmente a aquellas con recursos limitados. Tal es el caso de las construcciones a base de muros de tapial que son usadas desde la antigüedad, aunque sea desconocido el lugar y la época en que se comenzó a usar esta técnica de construcción, han sido de mucha ayuda y aporte a la humanidad.

Ante los nuevos cambios climáticos que atravesamos en nuestro planeta, en muchos países y uno de ellos, Colombia, se han realizado actividades como congresos internacionales , en este caso el XV Congreso Internacional de Arquitectura de Tierra, Tradición e Innovación, CIATTI–2018 , en donde los temas a tratar fueron los modelos de sostenibilidad y cuidado del medio ambiente en nuestra sociedad, así podemos mencionar también el uso de los recursos que tenemos a nuestra disposición, y para ello, que mejor que nuestro propio suelo, el cual podemos considerar como un pilar de sostenibilidad (Londono Diaz, 2022).

Se sabe que la construcción es una de las actividades más insostenibles en la actualidad, por el gasto de combustibles fósiles en la producción del cemento, ladrillo, acero y muchos materiales de construcción que tenemos, es por ello que se ésta poniendo en consideración las construcciones a base de tierra como alternativa de sostenibilidad, a través de sus aportes como el bajo consumo energético, el poder usar los materiales locales y su diseño enfocado en la naturaleza.

Ahora, si bien tenemos la idea de mejorar nuestro entorno con propuestas sostenibles, es necesario que estas se ajusten a la demanda y necesidad que se tiene, con esto me refiero a que las construcciones que tengamos que realizar a base tierra sean implementadas con nuevas

tecnologías en lo que respecta a la Resistencia a los movimientos sísmicos y su exposición a los fenómenos naturales de nuestra actualidad.

En el Perú, hasta el último tercio del siglo XX, contaba con más de la mitad de las viviendas construidas a base de tierra. Sin embargo, luego del terremoto de Áncash de 1970 se realizaron cambios en las normas constructivas, ya que se evidenció una alta vulnerabilidad sísmica. Actualmente el segundo material más utilizado en las paredes exteriores de las viviendas particulares es adobe o tapia, que representa el 27.9% del total de viviendas según el censo 2017.

Es en la zona altoandina y rural donde nuestro país cuenta en su mayoría con construcciones a base de muros de tapial y adobe, esto por diferentes factores, como el tema económico y la facilidad de disposición del recurso principal, la tierra; sin embargo, para estas construcciones de tierra en nuestro país los movimientos sísmicos son uno más de los problemas con los que se cuenta, también está la evidente sensibilidad que tiene frente a la interacción con el agua en sus diferentes estados.

Las lluvias continuas en la zona central del país, precisamente en el trayecto de la carretera Huánuco – la Unión, en la zonas rurales desde el Centro poblado de Jacas chico, Pampas, Mitotambo, Huancapallac y hasta llegar a la localidad de Huayocoto, distrito de Huánuco, provincia de Huánuco y Región Huánuco toman un papel fundamental como causantes principales de la degradación y erosión de las construcciones de tierra en estas zonas de la Región, debilitando y afectando las propiedades físicas de éstas, ya que así como el adobe, el tapial tiende a absorber la humedad en la atmosfera haciendo que estas pierdan sus resistencia a los esfuerzos, y esto incluye el de su propio peso, provocando que en temporadas de lluvias en muchas viviendas, algunas paredes se desplomen sin intervención de otra fuerza,

En nuestro departamento se cuenta con el 55,3 % de las viviendas hechas de adobe o tapia, esto evidencia que un poco más de la mitad de las construcciones en nuestra región sobrellevan los problemas de vivir en una vivienda de tapia o adobe.

Con esta investigación se añadió materiales naturales para mejorar las propiedades físico - mecánicas de los de muros de tapial, en este caso tenemos como materia de investigación la Cabuya (*Furcraea andina*), y usado como un polímero estabilizante que pueda ser de gran ayuda para las construcciones a base de muros de tapia en su interacción con el agua y a la vez optimizar sus propiedades mecánicas.

Actualmente con el cambio climático, los nuevos estilos de vida y la búsqueda de la sostenibilidad junto a un ambiente seguro hacen que sea necesario la recuperación e innovación de sistemas constructivos tradicionales como la tapia. Es obvio, por tanto, que la tierra debe tenerse presente como un material de construcción más y, al igual que otros, debe estudiarse y ser objeto de investigación con el fin de mejorar sus cualidades a través de los avances tecnológicos y el uso de materiales naturales e industriales los cuales están disponibles en nuestro entorno.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

PG1: ¿De qué manera influye el extracto de cabuya en la resistencia a la compresión y capacidad de absorción del tapial en la localidad de Huayocoto, Huánuco - 2024?

1.2.2 PROBLEMA ESPECÍFICO

PE1: ¿Cuál es la influencia de 10 días de reposo del extracto de cabuya en la resistencia a la compresión del tapial?

PE2: ¿Cuál es la influencia de 15 días de reposo del extracto de cabuya en la resistencia a la compresión del tapial?

PE3: ¿Cuál es la influencia de 20 días de reposo del extracto de cabuya en la resistencia a la compresión del tapial?

PE4: ¿Cuál es la influencia de 10 días de reposo del extracto de cabuya en la capacidad de absorción del tapial?

PE5: ¿Cuál es la influencia de 15 días de reposo del extracto de cabuya en la capacidad de absorción del tapial del tapial?

PE6: ¿Cuál es la influencia de 20 días de reposo del extracto de cabuya en la capacidad de absorción del tapial?

1.3 OBJETIVO GENERAL

OG1: Determinar la influencia del extracto de cabuya en la resistencia a la compresión y capacidad de absorción del tapial en la localidad de Huayocoto, Huánuco - 2024.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OE1: Determinar la influencia de la adición del extracto de cabuya reposado 10 días en la resistencia a la compresión del tapial

OE2: Determinar la influencia de la adición del extracto de cabuya reposado 15 días en la resistencia a la compresión del tapial

OE3: Determinar la influencia de la adición del extracto de cabuya reposado 20 días en la resistencia a la compresión del tapial

OE4: Determinar la influencia de la adición del extracto de cabuya reposado 10 días en la capacidad de absorción del tapial

OE5: Determinar la influencia de la adición del extracto de cabuya reposado 15 días en la capacidad de absorción del tapial

OE6: Determinar la influencia de la adición del extracto de cabuya reposado 20 días en la capacidad de absorción del tapial

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La problemática ambiental es una realidad que vivimos día tras día, por lo que se buscan mecanismos de solución y sostenibilidad para combatir todo esto, como en el sector salud, educación, transporte, construcción, etc.

En la construcción, el tapial aparte de ser un sistema muy económico, es ecológico, con el que aprovechamos los recursos disponibles. Y si a esto promovemos su uso, a través de investigaciones que optimicen y mejoren este sistema, estaremos favoreciendo al medio ambiente.

De la misma manera son factores ambientales los que provocan las intensas lluvias en la localidad de Huayocoto debilitando las viviendas a base de tierra de los pobladores a causa de la humedad. Con la presente investigación se busca el empleo del extracto de cabuya en la técnica constructiva del tapial para contrarrestar la interacción con el agua y asimismo no se pierda el uso de este sistema constructivo en este lugar.

JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Desde el punto de vista teórico la presente investigación amplía los modelos y conceptos teóricos actuales sobre los muros de tapial, ya que las investigaciones sobre el tapial y la mejora de sus propiedades físico - mecánicas varían desde usar materiales fósiles hasta materiales orgánicos, y con el extracto de cabuya quisimos sumar a las posibilidades tecnológicas que se puedan emplear en las construcciones a base de muros de tapial en la localidad de Huayocoto, más aún si en este lugar abunda el producto básico, la cabuya.

JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Desde el punto de vista metodológico, con la presente investigación se espera contribuir con el desarrollo de una metodología de diseño sostenible y duradero para edificaciones de tapial expuestos factores como sobrecargas y la interacción con el agua, y que esta pueda servir de base a futuras investigaciones, con la que puedan proponer tecnologías nuevas de los resultados que obtendremos. Asimismo, se podrá lograr mejoras en la forma de experimentar con las variables usadas en nuestra investigación.

1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Para esta investigación la información sobre el análisis del factor absorción en elementos a base de tierra es escasa por lo que no se puede

profundizar mucho sobre otros datos numéricos o cualitativos aparte del porcentaje que compongan los resultados en los ensayos.

En la presente investigación nos limitamos al estudio de la influencia del extracto de cabuya sobre su resistencia a la compresión y su capacidad de absorción, puesto que no incluye la construcción de muros de tapial con la aplicación del extracto de cabuya, pero sí de cuerpos muestrales según la normativa correspondiente que nos permitan cumplir con nuestros objetivos.

Se cuenta con recursos limitados para poder extender el presupuesto para contratar la mano de obra, ya que se estima sean 10 días para la ejecución de los trabajos necesarios en la presente investigación.

1.7 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

El presente proyecto solo abarcará a la planta típica Cabuya de nombre científico *Furcraea Andina* perteneciente a la familia de “Agaváceas”, como materia de investigación al ser aplicado en los muros de tapial.

Se delimita el presente proyecto debido a la existencia de otras especies de la misma familia, las cuales cuenta con características y propiedades muy distintas, por lo que sería bueno que sean objeto de futuras investigaciones.

Nuestra área de estudio estará limitada a zonas aledañas al Colegio Nacional Integrado de Huacalle, dándose esto siempre a solicitud y previo consentimiento de los señores propietarios para acceder a los predios en donde se encuentren ubicadas las plantaciones de cabuya, en algunos casos será necesario contar con la supervisión de los señores durante las actividades que se realicen

1.8 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La elaboración del tapial es una técnica constructiva muy conocida en nuestro país, asimismo la cabuya es una planta típica que podemos encontrarla en la zona rural e incluso en algunas partes de la zona urbana de la región Huánuco, es por ello que el contar con estos recursos los cuales son lo necesario y lo básico, muy aparte de que estén disponibles en cualquier momento y dentro de nuestro entorno hacen de esta investigación, viable.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

González Camacho (2022), nos mencionan que su investigación: “Aplicación de técnica constructiva contemporánea en tierra: tapia post – tensada con suelo del sector chorrera mirador – provincia de Chimborazo” realizada en la Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador; donde tienen como objetivo general la de investigar las propiedades del suelo en el área de estudio denominado la chorrera – mirador, para usarlo en el sistema constructivo contemporáneo del tapial de suelo – cemento post- tensado. Los autores desde un enfoque cuantitativo proponen crear una propuesta alternativa (tapial de suelo cemento post-tensado), para el cual se realizaron dos tipos de probetas con distintas dimensiones, variando sus porcentajes de cemento (9%, 30% y 40%), los mismos que fueron sometidos a ensayos de resistencia a la compresión, donde las que poseían el 40% de cemento tendieron a presentar un incremento en su resistencia a la compresión. Luego a partir de estos resultados base, elaboraron un muro de tapial postensado a escala (1x1x0.25m), con el 40% de cemento, que de igual manera fue sometido a ensayo de resistencia a la compresión, obteniendo resultados de 2937.86 kgf/cm² para fuerzas sísmicas aplicadas sobre un primer muro perpendiculares al plano, y resultados de 2563.81 kgf/cm² con fuerzas aplicadas sobre un segundo muro horizontal. Con estos resultados se pudo lograr superar o sobrepasar en un 300% aquel esfuerzo mínimo realizado en un estudio con caña guadua que obtuvo resistencias de 1020 kgf/cm², por lo que se puede acotar también el buen comportamiento de los refuerzos de acero. Por lo tanto, los autores demostraron que es posible mejorar el suelo del sector Chorrera Mirador, para la aplicación de una técnica constructiva contemporánea en tapial postensado, mejorando la estabilidad y resistencia de los muros, y es

posible aplicar a un caso estudio real, para la conservación de la tipología arquitectónica.

Chavez Perez (2022), con su investigación sobre el “Sistema constructivo mixto de tapia y Bambú para la construcción de vivienda rural en zonas vulnerables de colima” realizada en el Instituto Tecnológico de Colima, México; nos comentan sobre las construcciones a base de tierra y esencialmente la tapia, son de los sistemas constructivos poco experimentados en México. Por lo que el autor plantea como objetivo principal el de diseñar un sistema mixto de tapia y bambú para que poder analizarlo y evaluarlo de manera que se pueda entender el comportamiento térmico y estructural en las construcciones rurales dentro del estado de Colima. En esta investigación el autor pretende aportar un producto que pueda satisfacer las necesidades de una comunidad determinada en donde pueda mejorar la calidad de vida de las personas en este lugar. Donde a través de un enfoque mixto de aspectos cualitativos y cuantitativos, se pudo realizar el sistema combinado entre el bambú y la tapia. Sin embargo, los resultados que se obtuvieron en la investigación referente al comportamiento físico estructural no fueron los deseados, debido a que según la manera en que son ubicaron los bambúes dentro de la estructura del muro llegaron a tener fisuras y grietas, y esto porque no se logró realizar la compactación conveniente.

(Garnica & Durán, 2023), con su investigación sobre la “Eco-eficacia de la estabilización mecánica de la tapia pisada a partir de mallas de refuerzo de botellas PET” realizada en la Universidad Santo Tomás, Bucaramanga; nos comentan sobre la implementación de un sistema de refuerzo de mallas elaboradas a partir de plástico reciclado PET con aberturas de 5 y 10 cm. Para esta investigación los autores elaboraron 3 muretes de tapia pisada donde comprobaron que la inclusión de los refuerzos planares bidireccionales no solo mejora la capacidad portante del murete, sino que también mejora la ductilidad del sistema lo que da como resultado la modificación de los modos de falla. A partir de ello los autores concluyen que con la estabilización mecánica de la tapia pisada

a través de los refuerzos planares bidireccionales podrían incidir en que las estructuras vernáculas puedan ser usadas en zonas sísmicas bajas, inhibiendo así las fallas frágiles con las que cuenta naturalmente el propio material. Asimismo, mencionan que la resistencia obtenida con las mallas reticulares de 5 cm y en comparación a la de 10 cm no fue significativa debido a la composición granulométrica del macizo terroso, por lo que sería necesario modificar la estructura granular del material y con esto proporcionar una mayor cohesión entre partículas que componen el murete.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

Según Huaman y Vilcas (2023), en su investigación “Uso del tapial estabilizado y su influencia en la resistencia de muros expuestos a la humedad, Saño - 2023” realizado en la Universidad Continental, Huancayo -Perú; nos mencionan que su investigación establece al tapial estabilizado como técnica constructiva para obtener una respuesta favorable en la resistencia de muros expuestos a la humedad, con estabilizantes naturales como el Ichu y la Cabuya, y estabilizantes artificiales como el yeso y cemento. Los autores realizaron diferentes combinaciones entre los estabilizantes naturales y artificiales de los cuales elaboraron 25 probetas con el objetivo de poder determinar el nivel de influencia del uso del tapial estabilizado sobre la resistencia para muros expuestos a la humedad. Bajo una investigación de tipo Aplicada los autores comparan la teoría con la realidad a través de ensayos en donde puedan evaluar la resistencia de muros expuestos a la humedad, con las pruebas de resistencia a la compresión, porcentaje de densidad, porcentaje de absorción de agua y resistencia a la inmersión, con el objetivo de probar su hipótesis. En lo referente a los resultados de la investigación se obtuvo lo siguiente: primero, que al usar los estabilizantes artificiales con dosificaciones de yeso en 15% genera una resistencia a la compresión de 42.651 kg/cm², superando lo indicado en la norma E.080 (6.12 kg/cm²). Segundo, que el porcentaje de la densidad de un tapial estabilizado con dosificaciones de yeso (5%), cemento (5%) y cabuya (10%) se obtiene un valor de 2103.03 kg/cm³.

De la misma manera una dosificación de cemento (15%), influye de forma positiva sobre el porcentaje de absorción del agua para los muros expuestos a la humedad con un excelente resultado de 2.73%, la cual no supera el 22% establecido por la norma E .080 de albañilería. Y finalmente, tercero, donde el tapial estabilizado con cemento con dosificaciones de 15% obtuvo un mejor resultado visual en la prueba de inmersión.

Illanes y Santa Maria (2022), en su tesis “Diseño y evaluación de unidades de adobe estabilizado con mucílago de cactus y fibra de cabuya para mejorar la resistencia a compresión, flexión y reducir la absorción del agua en el distrito de Tapo, provincia Tarma, departamento de Junín” realizada en la *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima - Perú* ; nos mencionan su investigación se centra en el uso de la cabuya y el mucílago de cactus sobre la composición de los adobes como agentes estabilizantes, con el objetivo general de diseñar y evaluar unidades de adobe estabilizados con fibra de cabuya en 1%, 1.5% y 2% con adición de mucílago de cactus para mejorar la resistencia a compresión, flexión y reducir la absorción de agua de las unidades de adobe en la construcción de viviendas en el distrito de Tapo, provincia Tarma, departamento Junín. Mediante una metodología de carácter experimental los autores someten a ensayos que simules efectos externos naturales al adobe tradicional sin tamizar, aplicando sobre su dosificación un 18% de mucilago de cactus y diferentes porcentajes de la fibra de cabuya. Donde se pudo determinar que la dosificación ideal de fibra de cabuya es el 2%, provocando un incremento del 41.62% (24.43kg/cm²) de la resistencia a la compresión, 106.48% (11.2 kg/cm²) para la resistencia a la compresión en la prueba del murete. 14.93% (0.19 kg/cm²) en la resistencia a la tracción sobre el mortero y 17.38% (10.74 kg/cm²) mayor en la resistencia a la flexión. Y logrando mitigar los daños producto del ensayo de inmersión con una reducción de daño del 21.56% y 2% para los daños causados en la prueba de chorro de agua.

(Carbajal & Pasapera, 2023) en su investigación “Diseño de un tapial reforzado con mallas de carrizo para incrementar el comportamiento estructural de una vivienda, Huanta - Chihua, 2023” realizado en la Universidad César Vallejo, Lima - Perú; nos mencionan en su investigación sobre las construcciones con material de tierra y la vulnerabilidad que estas tienen a las fallas de tracción, compresión y flexión en las zonas urbanas; los autores a través del objetivo general de determinar el diseño del tapial reforzado de carrizo para incrementar la capacidad estructural de una vivienda concluyeron que con una relación de 30%, 40% y 50% de grava, con humedades optimas de 11.2%, 12.7% y 10.5% respectivamente se logra incrementar la flexibilidad del tapial. Asimismo, mencionan que la densidad máxima seca para un tapial convencional es de 1.699 Kg/cm³, y una humedad optima de 16.8%. Mientras que para las relaciones 70% - 30%, 60% - 40% y 50% - 50% de tierra-grava, las densidades máximas secas son de 1.878 kg/cm³, 1.912 gr/cm³ y 1.967 gr/cm³ respectivamente, cada una de ellas con humedades optimas de 11.2%, 12.7% y 10.6% también respectivamente.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

Vargas Arevalo (2023), en su investigación “Adición de fibras de bombonaje en tapiales para mejorar su comportamiento mecánico en el distrito de Tocache – San Martin – 2022” realizado en la Universidad de Huánuco; nos comenta sobre el tapial, un bloque de tierra amasada con una cierta cantidad de arcilla, con adecuado porcentaje de humedad y fibras naturales como la paja para la cohesión. Donde el objetivo general de su investigación es la de establecer la discrepancia de las medidas del esfuerzo a la compresión de un tapial tradicional según la norma E-080 y un tapial hecho con fibras de bombonaje. Mediante un enfoque cuantitativo y una tipología de investigación aplicada, a través de los ensayos de resistencia a la compresión, el autor analiza los resultados de 15 especímenes de bloques de tapial en base la norma E-080 y 15 especímenes de bloques de tapial respectivamente con 2%, 3% y 5% de fibras de bombonaje respecto al peso seco de la mezcla, con un total 60

muestras. Para los resultados de la investigación, el autor añade fibra de bombonaje al 2% respecto a su peso seco de la mezcla, logrando obtener una resistencia máxima de 15.02 kg/cm², y al añadir fibra de bombonaje al 3% respecto a su peso seco de la mezcla, logra como resistencia máxima un valor de 14.74 kg/cm², para finalmente al añadir fibra de bombonaje al 5% respecto a su peso seco de la mezcla, obtiene como resistencia máxima 21.71 kg/cm². Concluyendo que existe una mejoría de un tapial al añadir fibras de bombonaje al 2%, 3% y 5% respecto a su peso seco de la mezcla, con un tapial convencional según la norma E-080.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 LA TAPIA

Podemos definir a la tapia como un sistema utilizado para la ejecución de fundaciones y paredes, donde el suelo, es debidamente preparado y compactado. Adicional a todo ello en algunas ocasiones se añade alguna especie de aglomerante en la preparación de la tierra para mejorar aún más los parámetros de su estructura (Pérez y Bartra, 2020).

En base a lo definido, es correcto mencionar y redundar que la Tapia viene siendo una técnica muy practica y accesible en el rubro de la construcción desde muchos años atrás, por lo que podemos acotar también que fue una pieza importante para el desarrollo de la humanidad.

Aunque determinar dónde surgió las construcciones de tierra es tan complicada como decir dónde apareció el hombre. Las ruinas más antiguas que refrendan el uso de la tierra en los edificios, se encuentran en el Medio Oriente. La tapia se extendió por casi todos los lugares donde se utilizó la tierra como material de construcción. Numerosos ejemplos de monumentos de tapia se encuentran en todos los continentes, con las más diversas soluciones constructivas y expresiones estéticas. Ejemplos de ellos son las ruinas del Morro de Mezquitilla o la fortaleza en Baños de la Encina en España, los restos de

la ciudad de Chan Chan en Perú y diversas construcciones bandeiristas en Brasil (Pérez y Bartra, 2020).

Proceso constructivo

En el Perú según la normativa define a la tapia como aquella “Técnica de construcción que utiliza tierra húmeda vertida en moldes (tableros) firmes, para ser compactada por capas de 10 cm utilizando mazos o pisones de madera” (Norma E.080, 2017).

Pero, en resumen, el proceso constructivo consiste en pulverizar el suelo, secar, tamizar, añadir aglomerante, según sea necesario, añadir agua hasta el contenido óptimo de humedad, colocarlo dentro de un molde, conocido con el nombre de tapial, y, finalmente, compactar hasta obtener la densidad máxima, mediante el uso de pisones manuales o mecánicos (Pérez y Bartra, 2020).

Según lo establecido en la E 080 del Reglamento Nacional de Edificaciones nos mencionan que las Unidades de tapial deben de tener las siguientes dimensiones:

Ancho mínimo:	0.40 m
Altura máxima:	0.60 m
Longitud máxima:	1.50 m
Espesor mínimo del encofrado:	20 mm

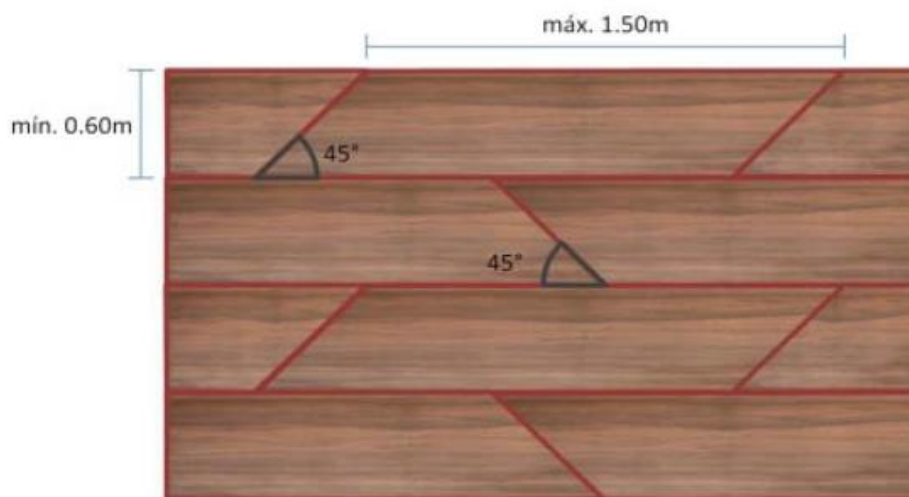
Estás deberán ser fabricadas en capas de 0.15 m de altura máxima, para proceder a compactarlas hasta una altura de 0.10 m, cuya compactación será realizada con un mazo de madera de aproximadamente 10 kgf

Al culminar la unidad de tapial, en la última capa se deberá de realizar un picado de 0.01 m y humedecerla, para poder verter la primera capa de la siguiente unidad de tapial.

Para poder avanzar de forma horizontal y conformar las hiladas, las juntas tendrán inclinaciones de 45° . Esto evita el uso de la tapa terminal y adelgaza la junta de llenado por acción de la gravedad.

Figura 1

Recomendaciones para las juntas de avance en la técnica del tapial reforzado



Nota. La figura muestra los detalles a considerar para las juntas de los tapias.

Fuente: Norma E 080 – Diseño y Construcción con Tierra Reforzada

2.2.2 COMPONENTES DE LA TAPIA

El elemento primordial para la tapia es la tierra, junto a una determinada proporción de agua. Sin embargo, es necesario saber las características y consideraciones que estos elementos deberán de tener para poder ser usados para tal fin.

La tierra

La tierra es aquella que resulta de la erosión de las rocas en nuestra corteza terrestre, erosión que se da por diferentes factores como el desplazamiento de glaciares, el efecto del viento y el agua, el cambio térmico de las rocas, los ácidos orgánicos generados por las plantas y las distintas reacciones químicas provocadas en un determinado entorno. Con lo que podemos decir que la variedad de las propiedades de la tierra depende mucho del lugar donde se encuentre. Siendo los lugares montañosos los más apropiados para las técnicas de barro

apisonado, ya que estos contienen un porcentaje adecuado de gravas (Bustamante, 2022).

Según Bustamante (2022), nos menciona que la mejor tierra debe de tener las siguientes proporciones:

Grava:	0 – 15%
Arena:	40 – 50%
Limo:	20 – 35%
Arcilla:	15 – 25%

Siendo la mejor opción la tierra roja, no orgánica, no demasiado húmeda y usada en primavera cuando la tierra cuenta con una mejor trabajabilidad.

Una composición genérica de la tierra es aquella que cuenta con arcillas, limo y arena, donde muchas veces contiene partículas de mayor tamaño como la grava y piedra. Cada uno de estos componentes cumplen diferentes funciones, la arcilla como aglomerante, similar al cemento en el concreto; el limo, la arena y los demás agregados funcionan como rellenos en la tierra. En base a esto dependiendo de cuál de los componentes mencionado se cuenta en mayor proporción, se clasificará el suelo ya sea arcilloso, limoso o arenoso (Bustamante, 2022).

A) Arcilla

Este componente es el resultado de la descomposición del feldespato y otros minerales. El feldespato es un mineral que está compuesto de óxido de aluminio y un segundo óxido metálico junto al bióxido de silicio. Este mineral al mezclarse con otros componentes químicos provoca el color característico en las arcillas, como el amarillo o rojo, en otras combinaciones como es el caso del manganeso tienen un color marrón, y en la cal y el magnesio, un color blanco. (Huaman & Vilcas, 2023).

Así mismo cada tipo de arcilla presenta un comportamiento distinto, dependiendo de la distancia entre micelas que la componen y sus elementos químicos, cambiando estos su grado de actividad. Con estas condiciones se llega a clasificar a las arcillas desde aquellas que tienen un comportamiento muy inestable, provocando una adherencia mucho más fuerte, hasta el límite opuesto, formado por aquellas que resultan casi inactivos, por lo tanto, mucho más estables al contacto con el agua. Sin duda podemos decir que, dentro de las propiedades físicas relacionadas al comportamiento del suelo, la influencia de la arcilla es muy incidente en la granulometría, retención de humedad, conductividad hidráulica, succión de agua y entre otras (35) (Huaman & Vilcas, 2023).

B) Agregados

Las propiedades del limo, la arena y la grava son totalmente distintas a las de las arcillas, estas son solo el relleno sin ninguna fuerza aglutinante, los cuales están formados a partir de rocas erosionadas con cantos filosos, o por el movimiento del agua en este caso son redondeados (Ayala et al., 2022).

Agua

El agua toma un papel fundamental dentro del proceso constructivo de la tapia, porque será el que active las propiedades y fuerzas aglutinantes del barro. Al humedecer la arcilla seca, esta se expande y el agua se desliza entre las estructuras laminares y al mismo tiempo recubriéndola con una fina película de agua. En cuanto el agua se evapora, la distancia laminar se reduce provocando que estas se acomoden de forma paralela. De esta manera la arcilla obtiene la fuerza aglutinante al encontrarse en estado plástico, y obtiene resistencia a la compresión al secarse (Osorio, 2022).

El contenido de agua en una mezcla de tierra la podemos determinarla pesando la muestra y posterior a ello calentándose a 105°C, la diferencia de los pesos, antes y después de calentarla nos dará

el peso del agua, este contenido se considera como un porcentaje del peso de la mezcla seca.

2.2.3 TIERRA ESTABILIZADA

Lo que se busca con la estabilización del suelo es el mejoramiento del material, incrementando su resistencia, capacidad de carga y disminuyendo la sensibilidad que éste tiene en su interacción con el agua, como por las modificaciones volumétricas que se dan desde el estado húmedo hasta el seco (Guerrero Baca, 2022).

Todo esto es posible al adicionar un componente que pueda actuar física y químicamente en la relación aire-agua que tiene el suelo, originando así las mejoras en las propiedades que se quieran optimar, todo ello mediante una aplicación particular (Fonseca et al., 2021).

Hoy en día podemos usar muchos de estabilizantes, ya sean naturales o artificiales, pero estos no pueden ser usado para todos los casos, ya que dependerá de la necesidad que se tiene, la disposición del material a usarse para tal fin y las propiedades que se quiera mejorar, y si el material a usar nos permitirá cumplir con tal objetivo

Bustamante, (2022) nos menciona que, las propiedades más importantes que se deben de mejorar con la estabilización son:

- ✓ Resistencia: el incremento de resistencia aumenta la estabilidad y la capacidad de carga.
- ✓ Estabilidad del volumen: proporciona el control de los procesos de hinchamiento-colapso causados por los cambios de humedad.
- ✓ Durabilidad: una mayor durabilidad aumenta la resistencia a la erosión, responde de manera más eficaz a los cambios climáticos.
- ✓ Permeabilidad: la reducción de la permeabilidad y por lo tanto de circulación de agua mejora la estabilidad.

2.2.3 TAPIAL ESTABILIZADO

En la actualidad el estabilizante más usado es el cemento, logrando con proporciones determinadas y adecuadas muy buenos resultados, al

incidir en la resistencia a la compresión de los muros de tapial y en su accionar con el agua. Sin embargo, también se cuenta con trabajos de investigación, en el que se utilizan resinas, puzolana de síntesis, betún y otros productos que logran mejorar el comportamiento de la tierra apisona (Guerrero y Uviña, 2020).

Todo ello presagia la posibilidad de que muy pronto se establezcan campos de uso para cada tipo de estabilizante, siendo las condiciones económicas las que determinen cual de todos ellos usar (Guerrero y Uviña, 2020).

2.2.5 CABUYA (FURCRAEA ANDINA)

Es una planta grande de tallo vertical, de 2 a 7 metros de altura, de crecimiento denso y radial entre 1 a 3 m, carnosas, puntiagudas, dentada de espinas, con una flor de color blanco llamada de diferentes maneras ya sea maguey o escapó, ésta solo florece una vez en su ciclo de vida y luego muere. La semilla brota en forma de bulbos en la planta y caen al suelo, por lo que se le conoce como una planta vivípara. Originaria de la región de los Andes, la fibra crece fácilmente en forma silvestre y se puede cultivar, mayormente se encuentran en los valles y laderas de Ecuador y Perú (Aguirre et al., 2023).

Las aplicaciones etnobotánicas con esta planta son muy diversas en nuestra sociedad andina, desde las raíces hasta el escapo floral. Estos pueden ser usadas en el campo de la cordelería, como sogas, cordeles y cuerdas; en la textilería, como costales, mantas y alpargatas; materiales constructivos como vigas y cuerdas; combustibles como iniciadores de combustión y leña; para los detergentes, generando jabones y shampoo; en el medioambiente usados como barreras agroecológicas y fertilizantes, asimismo, como alimento, medicina y forraje (Aguirre et al., 2023).

Figura 2

La cabuya (furcraea Andina)



Nota. La figura muestra una representación de la cabuya en la localidad de Huayocoto.

Fuente: Fotografía del tesista

En el Perú la cabuya tuvo gran importancia en las sociedades prehispánicas, ya que esta fue una de las primeras fibras vegetales procesadas para la manufactura de tejidos como redes, hondas y otros textiles. Así tenemos por ejemplo en Paracas, donde se encuentran hondas o warakas hechas de cabuya asociadas a los ajuares funerarios. La honda es una "boleadora" de fibra vegetal, destinada para arrojar piedras y cazar. En la cultura Nasca la fibra de cabuya se utiliza para hacer vástagos o sujetadores de los abanicos de plumas, asimismo sirvió para elaborar hondas, redes y calzados.

2.2.6 EXTRACTO DE CABUYA (AGUAMIEL)

Este es un exudado que se obtiene de la cabuya, en forma líquida con un sabor dulce agradable y de olor característico, su color va desde un blanco tenue a un amarillo claro. Se le conoce de diferentes maneras dependiendo del lugar, es así como obtuvo las siguientes denominaciones: "Upi de cabuya", "caldo de cabuya", "dulce de cabuya", "sirope", "chawarmishki", "aguamiel de maguey", con este último conocido en México y gran parte de América Latina. En el Perú se tiene

conocimiento sobre este derivado en los valles interandinos, donde crecen y abunda la cabuya, sin embargo, el aguamiel es todavía poco conocido y no se aprovecha completamente. Según los estudios que realizaron en los lugares donde se explota este producto solamente lo aprovechan pobladores conocedores de extracción y por sus propiedades organolépticas (Palacios Cano, 2022).

En la mayoría de los lugares donde son explotadas con fines de la obtención del aguamiel, estas son destruidas por la manipulación inadecuada y la inexperiencia de extracción de este líquido. De la misma manera no existe un interés de reforestación, esto debido a que no se le da la importancia requerida por su valor nutricional y no se tiene en cuenta de que también son recursos agotables (Palacios Cano, 2022).

Método de obtención de aguamiel

Aun no se cuenta con un procedimiento estandarizado y técnico, pero el más popular o usado por la población conocedora de este líquido es el siguiente:

Lo primero es conocer la madurez óptima de la planta, para la cual es necesario que sea entre los 8 y 10 años de edad, y adicional a ello es que en la planta se encuentre por emerger el tallo floral. Luego se procede a acondicionar la cabuya, que consiste en retirar las hojas fibrosas con una hoz o un cuchillo, y con una barreta con punta en pala se desprende estas hojas hasta llegar y dejar descubierto el tallo escapular. Una vez llegado al tallo se realiza el perforado artesanal que consiste en hacer un orificio sobre el tallo, la cual dejaremos tapado y protegido por un tiempo de 10 a 12 horas, tiempo en el cual se deposita el primer exudado de sabor dulce amargoso que se procede a desechar, inmediatamente se procede a raspar las paredes del orificio por segunda vez y volver a taparlo nuevamente por 12 horas. En total, desde el primer momento desde el acondicionamiento, se raspa en promedio tres días para obtener el primer exudado apto para el consumo humano. A partir de las 12 horas reposadas, el líquido inicia su proceso de fermentación más aun en las épocas soleadas. La cantidad de aguamiel que se puede

extraer de cada planta varía según el tamaño, pero de cada una estas se pueden obtener de 20 a 240 litros aproximadamente (Palacios Cano, 2022).

Empleo del aguamiel sobre la tapia

Para poder usar el aguamiel sobre la tapia, dejaremos reposar o fermentar y que se activen sus propiedades estabilizantes. En base a la bibliografía descrita (Aguirre et al., 2023), donde se determinó que el tiempo de reposo adecuado será de 10 días para poder ajustar lo requerido como estabilizante

2.2.7 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

En esta prueba se mostró la capacidad de los muros de tapial cuando son sometidos a una determinada carga axial. Según lo establecido en la norma E.080 la resistencia se mide mediante el ensayo de compresión del material en cubos de 0.1m de arista, donde la resistencia última se calcula con la siguiente expresión:

Ecuación 01: Ecuación de Resistencia Última

$$f_o = 1.0MPa = 10.2 \text{ kgf} / \text{cm}^2$$

Las muestras de tapial deberán de cumplir con que el promedio de las cuatro mejores muestras (de seis muestras) sea igual o mayor que la resistencia última indicada. Y si en caso no existiera muestras secas, se recomienda la elaboración de muestras comprimidas en moldes de 0.1 x 0.1 x 0.15 m los cuales contarán con 10 golpes de un mazo de 5 kg de peso. (E.080, 2017)

2.2.8 ENSAYO DE ABSORCIÓN

Según (Angulo, 2020), la absorción hace referencia al incremento de la masa de un material debido a la penetración en este caso del agua sobre los poros de las partículas, con este ensayo se midió la absorción de la unidad muestral, asimismo se determinó la absorción máxima de la unidad durante 5 horas y su respectivo coeficiente de saturación.

Donde este coeficiente será el resultado de la relación entre la absorción y la absorción máxima. Llamaremos absorción y absorción máxima a la diferencia de pesos de la unidad mojada y seca, la cual será expresada en porcentajes del peso de la misma unidad en condiciones secas. Mientras que el coeficiente de saturación viene de la relación entre los dos porcentajes.

Ecuación 02: Ecuación de absorción de agua

$$\%ABS = \frac{P2 - P1}{P1} * 100$$

Donde:

%ABS = Porcentaje de absorción de agua (%)

P1= Peso de la unidad seca (gr)

P2 = Peso de la unidad saturada (gr)

2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES

Tapia: La tapia pisada es una técnica vernacular en tierra simple, ya que solo es necesario el uso del suelo en su estado natural que se puede obtener en el mismo lugar de una construcción, en el que básicamente se hace un cernido, aireado y humedecimiento del mismo antes de su compactación con un encofrado al que se denomina tapial (Bustamante, 2022).

Arcilla: Son aquellos suelo de partículas finas (<0.002 mm) compuesta por agregados moleculares los cuales son relativamente estables. Estos actúan como aglomerantes en el suelo de la misma manera que el conglomerante de un concreto, pero a diferencia de este, que no provoca una reacción química (Huaman & Vilcas, 2023).

Limos: son aquellos suelos de menor tamaño entre 0.06 y 0.002 mm de diámetro, muy estables y homogéneos que han empezado su descomposición química con poca o ninguna plasticidad (García, 2023)

Estabilizante: Hace referencia a aquellas sustancias que se añaden a una disolución para mantener plenamente mezclados todos sus componentes (Fabian Diaz, 2021).

Fibras naturales: Las fibras naturales son materiales fibrosos que se obtienen directamente de fuentes naturales, como plantas, animales o minerales (Pérez, 2023).

Granulometría: La granulometría es una medida de la distribución de tamaños de las partículas en un material sólido, como suelo, arena, grava, polvo, entre otros (Osorio, 2022).

Estabilizadores: Los estabilizadores son materiales o técnicas utilizadas para mejorar la resistencia y durabilidad de las estructuras construidas con bloques de tierra comprimida o adobe (Fabian Diaz, 2021).

Sostenibilidad: La sostenibilidad se refiere a la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (Angulo, 2020)

Versatilidad: La versatilidad se refiere a la capacidad de adaptarse o ser utilizado de diferentes maneras o para diferentes propósitos (Londono, 2022).

Durabilidad: La durabilidad se refiere a la capacidad de un objeto, material o sistema para resistir el desgaste, la degradación o el deterioro a lo largo del tiempo, manteniendo sus características y funcionalidad durante un período prolongado (Miravete de Marco, 2021).

Permeabilidad: La permeabilidad se refiere a la capacidad de un material para permitir el paso de sustancias a través de él (García y Quintero, 2020).

Materiales orgánicos: Los materiales orgánicos son aquellos que están compuestos principalmente de carbono, hidrógeno y otros elementos como oxígeno, nitrógeno, fósforo, azufre, entre otros. Estos materiales son producidos por organismos vivos o derivados de ellos (Miravete, 2021).

2.4 HIPÓTESIS

2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL

HG1: El extracto de cabuya influye de manera significativa en la resistencia a la compresión y capacidad de absorción del tapial en la localidad de Huayocoto, Huánuco - 2024.

2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA

HE1: La adición del extracto de cabuya de 10 días de reposo tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del tapial

HE2: La adición del extracto de cabuya de 15 días de reposo tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del tapial

HE3: La adición del extracto de cabuya de 20 días de reposo tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del tapial

HE4: La adición del extracto de cabuya de 10 días de reposo tiene un efecto significativo en la capacidad de absorción del tapial

HE5: La adición del extracto de cabuya de 15 días de reposo tiene un efecto significativo en la capacidad de absorción del tapial

HE6: La adición del extracto de cabuya de 20 días de reposo tiene un efecto significativo en la capacidad de absorción del tapial

2.5 VARIABLES

2.5.1 VARIABLES DEPENDIENTES

VD1: Resistencia a la compresión y capacidad de absorción del tapial.

2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

VI: El extracto de cabuya

2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	MEDICIÓN	
					Escala	Especificaciones
Variable dependiente						
Y: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL TAPIAL	Resistencia a la compresión: capacidad de los muros de tapial de resistir cuando son sometidos a una determinada carga axial	La Resistencia a la compresión y Capacidad de absorción son medidos a través de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio	Resistencia a la compresión 10 días de reposo	Resistencia a la compresión	Escala de razón Kg/cm2	E080/ASTM C67
			Resistencia a la compresión 15 días de reposo	Resistencia a la compresión	Escala de razón Kg/cm2	E080/ASTM C67
			Resistencia a la compresión 20 días de reposo	Resistencia a la compresión	Escala de razón Kg/cm2	E080/ASTM C67
	Capacidad de absorción del tapial con 10 días de reposo		Porcentaje de absorción	Escala de razón %	E080/ASTM C67	
	Capacidad de absorción del tapial con 15 días de reposo		Porcentaje de absorción	Escala de razón %	E080/ASTM C67	
	Capacidad de absorción del tapial con 20 días de reposo		Porcentaje de absorción	Escala de razón %	E080/ASTM C67	
	Capacidad de absorción: capacidad de los muros de tapial para absorber agua cuando estén sumergidos en él.					

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	MEDICIÓN	
					Escala	Especificaciones
Variable independiente						
X: EL EXTRACTO DE CABUYA	El extracto de cabuya es un exudado que se obtiene de la cabuya, en forma líquida con un sabor dulce agradable y de olor característico	El extracto de cabuya es medido en proporciones volumétricas en la unidad de Litros (Lts)	Dosificación del extracto de cabuya a los 10 días	Al 100% del peso del agua	Escala de razón (Lts)	NTP CE.020
			Dosificación del extracto de cabuya a los 15 días	Al 100% del peso del agua	Escala de razón (Lts)	NTP CE.020
			Dosificación del extracto de cabuya a los 20 días	Al 100% del peso del agua	Escala de razón (Lts)	NTP CE.020

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación aplicada se orienta a la solución de problemas concretos mediante el uso de conocimientos prácticos. A diferencia de la investigación teórica, que busca ampliar el conocimiento sin una aplicación inmediata, esta tiene un enfoque pragmático. Su propósito es ofrecer soluciones efectivas a situaciones reales. Está dirigida a generar respuestas accionables (Quezada, 2010).

El tipo de investigación es APLICADA, ya que en base a los conocimientos que se tiene sobre las construcciones a base de muros de tapial y los estudios realizados sobre el extracto de cabuya, buscamos optimizar la resistencia y durabilidad de estas estructuras, asimismo, aplicar estos conocimientos para elevar las prestaciones de los muros de tapial en la práctica constructiva. Así, poder contribuir tangiblemente en la eficacia y calidad de este método constructivo.

3.1.1 ENFOQUE

La investigación cuantitativa se enfoca en la recopilación y análisis de datos numéricos y medibles. Su objetivo principal es entender, describir y explicar fenómenos, patrones o relaciones dentro de un contexto determinado. Se distingue por su énfasis en la medición y la objetividad. Este enfoque permite evaluar preguntas de investigación a través de valores cuantificables (Hernández, 2018).

El enfoque de la investigación es cuantitativo, debido a que nos sumergimos en la recolección de datos numéricos para obtener una comprensión precisa de la relación entre el extracto de cabuya y las propiedades físico-mecánicas de los muros de tapial. Factores clave como la resistencia a la compresión medida en Kg/cm², y la capacidad

de absorción del tapial, en porcentaje (%), son algunos de los datos que obtendremos en esta investigación.

3.1.2 ALCANCE O NIVEL

El alcance o nivel de la investigación es el nivel explicativo, ya que pondremos a prueba la hipótesis. Con este nivel, el interés de la presente investigación será ajustado a explicar y responder por que sucede un fenómeno y las condiciones en las que este se manifiesta, el cómo y por qué se relaciona las variables (Hernández, 2018).

De la misma forma en que determinaremos de qué manera influye la aplicación del extracto de cabuya en la resistencia a la compresión del tapial, y de qué manera influye la aplicación del extracto de cabuya en la capacidad de absorción del tapial.

3.1.3 DISEÑO

La presente investigación toma un diseño Cuasi-Experimental, las cuales están caracterizadas por manipular las variables independientes para ver el efecto con las variables dependientes. Asimismo, para los sujetos a analizar, no son asignados aleatoriamente, por el contrario, estos están formados y elegidos antes de la experimentación (Hernández, 2018).

Se sustenta el párrafo anterior, ya que nuestra población experimental estará conformada por la cantidad total de las muestras previamente elaboradas.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 POBLACIÓN

Es el conjunto de elementos con características comunes que se analizan en el estudio. Representa la totalidad del fenómeno a investigar y cada elemento puede ser observado y medido. Su función es servir como unidad de análisis para generalizar los resultados. Puede incluir

personas, objetos, fenómenos o documentos, según el enfoque del estudio (Hernández, 2018).

Para nuestra población se toma en consideración los bloques de tapias donde se analizó las propiedades mecánicas, dentro de los cuales lo comprenden entre bloques de tapial elaborados bajo los parámetros de la Norma E-080, y los bloques de tapial con la adición del extracto de cabuya en su composición. La población comprende con 120 unidades de bloques o cubos de tapias con dimensiones de 0.10 x 0.10 x 0.15 m.

3.2.2 MUESTRA

El tipo de muestreo utilizado es el no probabilístico, en el cual la selección de los elementos no se basa en la probabilidad, sino en criterios vinculados a la investigación o en la decisión del investigador (Hernández, 2018).

En nuestra investigación la muestra fue elaborada, analizada y clasificada según el tiempo de reposo o macerado del extracto de cabuya.

A continuación, se muestran las consideraciones que se tuvo en cuenta al realizar el muestreo, tanto para los ensayos a compresión como para los ensayos de absorción.

Tabla 1

Muestras para ensayo a compresión

Descripción de la muestra	Cantidad de muestras
Muestra de tapial convencional según la norma E. 080 cubos de tapial de 0.10 x 0.10 x 0.15 m	15
Muestra de tapial con adición de extracto de cabuya con 10 días de reposo o macerados cubos de tapial de 0.10 x 0.10 x 0.15 m	15
Muestra de tapial con adición de extracto de cabuya con 15 días de reposo o macerados cubos de tapial de 0.10 x 0.10 x 0.15 m	15
Muestra de tapial con adición de extracto de cabuya con 20 días de reposo o macerados cubos de tapial de 0.10 x 0.10 x 0.15 m	15

TOTAL=	60
---------------	-----------

Tabla 2

Muestras para ensayo de absorción

Descripción de la muestra	Cantidad de muestras
Muestra de tapial convencional según la norma E. 080 cubos de tapial de 0.10 x 0.10 x 0.15 m	15
Muestra de tapial con adición de extracto de cabuya con 10 días de reposo o macerados cubos de tapial de 0.10 x 0.10 x 0.15 m	15
Muestra de tapial con adición de extracto de cabuya con 15 días de reposo o macerados cubos de tapial de 0.10 x 0.10 x 0.15 m	15
Muestra de tapial con adición de extracto de cabuya con 20 días de reposo o macerados cubos de tapial de 0.10 x 0.10 x 0.15 m	15
TOTAL=	60

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos en la investigación se llevó a cabo mediante un enfoque sistemático y estructurado, garantizando la validez y confiabilidad de la información obtenida. Para ello, se seleccionaron técnicas adecuadas que permitieron registrar con precisión las características y el comportamiento de las variables en estudio. Se hizo énfasis en la rigurosidad metodológica, asegurando que cada dato recolectado reflejara fielmente la realidad del fenómeno analizado.

Inicialmente, se definieron los instrumentos de recolección de datos más adecuados para la naturaleza de la investigación. Se utilizaron fichas de laboratorio estandarizadas, en las cuales se registraron las mediciones obtenidas durante los ensayos experimentales. Estas fichas contenían información detallada sobre las condiciones de prueba, los valores de las variables medidas y las observaciones relevantes que pudieran influir en los resultados. Además, se establecieron protocolos específicos para la toma de datos, con el fin de minimizar los errores y asegurar la uniformidad en los registros.

El proceso de recolección de datos incluyó la preparación y acondicionamiento de las muestras antes de la ejecución de los ensayos. Se verificó que cada muestra cumpliera con las especificaciones establecidas en la metodología, lo que permitió garantizar la repetitividad y reproducibilidad de los experimentos. Se emplearon herramientas estadísticas preliminares para evaluar la coherencia de los resultados y descartar datos que no cumplieran con los criterios establecidos en la investigación. Finalmente, todos los datos recolectados fueron organizados en un formato estructurado y digitalizado para su posterior procesamiento y análisis.

Instrumento: Ficha de laboratorio

Son aquellos documentos que nos ayudaron a describir y analizar los resultados obtenidos. Nuestra ficha de laboratorio fue elaborada según nuestras dimensiones e indicadores considerados en cada variable. Se presenta la mencionada ficha en los ANEXOS.

Figura 3

Recolección de la muestra de tierra



Figura 4

Pesaje de suelo para realizar la granulometría



Figura 5

Vibrado manual de los tamices



Figura 6

Pesaje de las muestras de suelo retenidas en los tamices



Figura 7

Preparación de la muestra de suelo para el ensayo de Casagrande



Figura 8

Llenado de muestra a la cuchara de Casagrande



Figura 9

Pesaje de la muestra de Casagrande



Figura 10

Ensayo de límite plástico del suelo



Figura 11

Pesaje de las muestras elipsoides del suelo



Figura 12

Adición de extracto de cabuya



Figura 13

Adición de extracto de cabuya



Figura 14

Adición de extracto de cabuya



Figura 15

Elaboración de los tapiales



Figura 16

Enraizado de los tapiales



Figura 17

Secado de los tapiales



Figura 18

Muestras de los tapiales



Figura 19

Pesaje de los tapiales de tierra patrón



Figura 20

Pesaje de los tapiales de 10 días de reposo de extracto de cabuya



Figura 21

Pesaje de los tapiales de 15 días de reposo de extracto de cabuya



Figura 22

Pesaje de los tapiales de 20 días de reposo de extracto de cabuya



Figura 23

Capacidad de absorción



Figura 24

Toma de tiempo de la capacidad de absorción



Figura 25

Pesaje de la capacidad de absorción patrón



Figura 26

Pesaje de la capacidad de absorción de los tapias de tierra de 10 días de reposo



Figura 27

Pesaje de la capacidad de absorción de los tapias de tierra de 15 días de reposo



Figura 28

Pesaje de la capacidad de absorción de los tapiales de tierra de 20 días de reposo



Figura 29

Ensayo de resistencia a la compresión de los tapiales de tierra patrón



Figura 30

Capacidad de carga de los tapiales patrón



Figura 31

Rotura de los tapiales de tierra patrón



Figura 32

Compresión de los tapiales con 10 días de reposo



Figura 33

Capacidad de carga tapiales con 10 días de reposo



Figura 34

Rotura de los tapiales con 10 días de reposo



Figura 35

Compresión de los tapiales con 15 días de reposo



Figura 36

Capacidad de carga tapiales con 15 días de reposo



Figura 37

Rotura de los tapiales con 15 días de reposo



Figura 38

Compresión de los tapiales con 20 días de reposo



Figura 39

Capacidad de carga tapiales con 20 días de reposo



Figura 40

Rotura de los tapiales con 20 días de reposo



3.3.2 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Se utilizaron tablas y gráficos que facilitaron la comparación de la resistencia a la compresión y la capacidad de absorción del tapial con y sin extracto de cabuya. Además, se aplicaron pruebas estadísticas como Mann-Whitney y t de Student para evaluar la significancia de los resultados. El uso de diagramas de barras y dispersión permitió visualizar tendencias y variaciones según el tiempo de reposo, asegurando un análisis claro y preciso de los efectos del aditivo en las propiedades mecánicas del material.

3.3.3 PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACION DE LOS DATOS

Para nuestra investigación en el procesamiento y análisis hicimos uso de las hojas de cálculo Excel, donde se hizo el procesamiento de datos estadísticos, y asimismo fue de mucha utilidad para la elaboración de gráficos de frecuencia y resultados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

En esta sección se expone el análisis de los datos de resistencia a la compresión de las muestras, obtenidos a través de ensayos realizados en el laboratorio de suelos y concreto.

PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Análisis descriptivo de los datos obtenidos en laboratorio

Tabla 3

Resistencia a la Compresión de Tapiales Patrón y según diseño

Muestras	Resistencia a la compresión de los tapiales patrón (Kg/cm ²)	Resistencia a la compresión de los tapiales según diseño (Kg/cm ²)
M 1-P	13,87 kg/cm ²	10,20 kg/cm ²
M 2-P	13,96 kg/cm ²	10,20 kg/cm ²
M 3-P	13,86 kg/cm ²	10,20 kg/cm ²
M 4-P	13,97 kg/cm ²	10,20 kg/cm ²
M 5-P	13,90 kg/cm ²	10,20 kg/cm ²
M 6-P	14,92 kg/cm ²	10,20 kg/cm ²
M 7-P	15,94 kg/cm ²	10,20 kg/cm ²
M 8-P	16,96 kg/cm ²	10,20 kg/cm ²
M 9-P	17,98 kg/cm ²	10,20 kg/cm ²
M 10-P	19,00 kg/cm ²	10,20 kg/cm ²
M 11-P	13,94 kg/cm ²	10,20 kg/cm ²
M 12-P	13,84 kg/cm ²	10,20 kg/cm ²
M 13-P	13,96 kg/cm ²	10,20 kg/cm ²
M 14-P	13,92 kg/cm ²	10,20 kg/cm ²
M 15-P	13,99 kg/cm ²	10,20 kg/cm ²
Media=	14,93 kg/cm ²	10,20 kg/cm ²

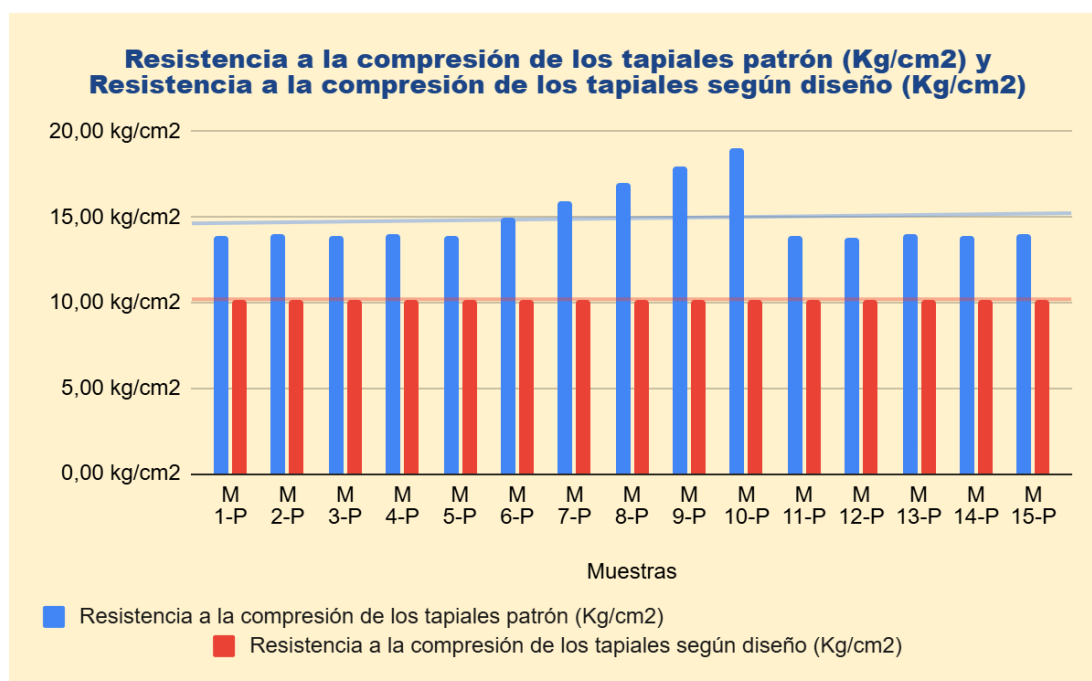
Interpretación:

La tabla presentada muestra los resultados de la resistencia a la compresión de los tapiales patrón y los tapiales según diseño, expresados en kg/cm². Se evaluaron un total de 15 muestras, donde los valores de resistencia a la compresión de los tapiales patrón presentan variaciones,

oscilando entre 13,84 kg/cm² y 19,00 kg/cm², con una media de 14,93 kg/cm². En contraste, la resistencia a la compresión de los tapiales según diseño se mantiene constante en 10,20 kg/cm² para todas las muestras analizadas. Estos resultados indican que los tapiales patrón poseen, en promedio, una mayor resistencia a la compresión en comparación con los tapiales según diseño, lo que sugiere diferencias en los materiales.

Figura 41

Comparación de la resistencia a la compresión: tapiales patrón y según diseño



Interpretación:

El gráfico compara la resistencia a la compresión de los tapiales patrón y los tapiales según diseño, mostrando visualmente las diferencias de resistencia entre ambos grupos. Se observa que la resistencia de los tapiales patrón (barras azules) varía entre muestras, alcanzando su valor más alto en la muestra M 10-P con 19,00 kg/cm², mientras que la resistencia de los tapiales según diseño (barras rojas) se mantiene constante en 10,20 kg/cm² para todas las muestras. La tendencia general indica que los tapiales patrón presentan una resistencia superior en comparación con los tapiales según diseño, con diferencias notables en varias muestras, especialmente en aquellas que superan los 15,00 kg/cm².

Tabla 4*Resultado de la compresión: tapiales con 10 días de reposo y tapiales patrón*

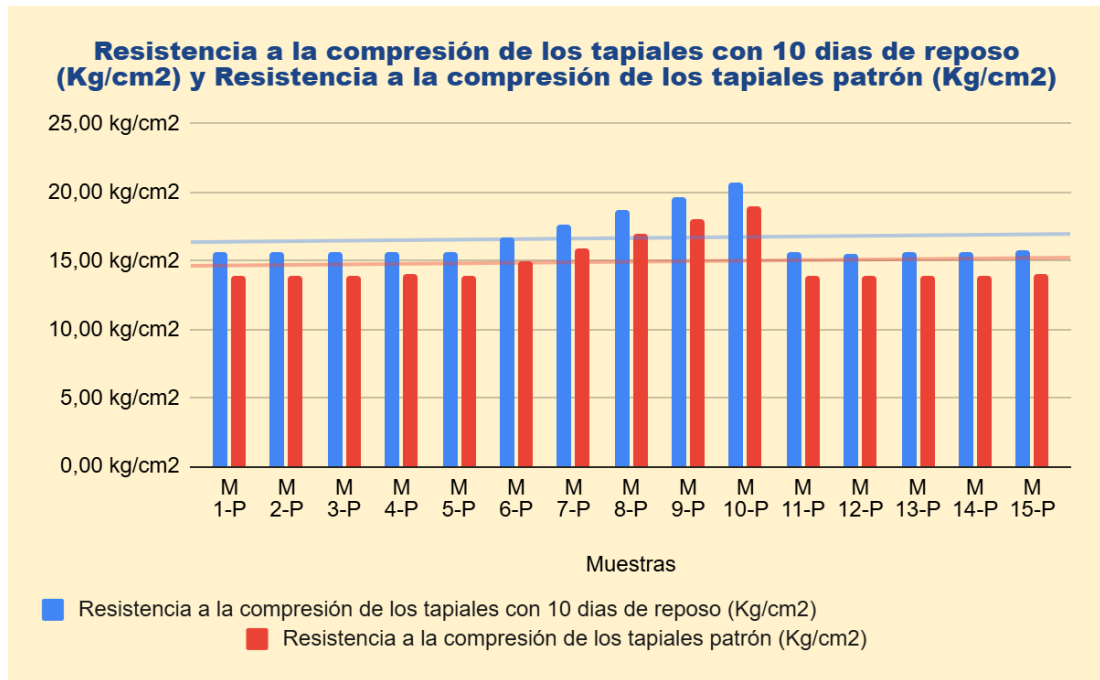
Muestras	Resistencia a la compresión de los tapiales con 10 días de reposo (Kg/cm²)	Resistencia a la compresión de los tapiales patrón (Kg/cm²)
M 1-P	15,60 kg/cm ²	13,87 kg/cm ²
M 2-P	15,69 kg/cm ²	13,96 kg/cm ²
M 3-P	15,59 kg/cm ²	13,86 kg/cm ²
M 4-P	15,70 kg/cm ²	13,97 kg/cm ²
M 5-P	15,63 kg/cm ²	13,90 kg/cm ²
M 6-P	16,65 kg/cm ²	14,92 kg/cm ²
M 7-P	17,67 kg/cm ²	15,94 kg/cm ²
M 8-P	18,69 kg/cm ²	16,96 kg/cm ²
M 9-P	19,71 kg/cm ²	17,98 kg/cm ²
M 10-P	20,73 kg/cm ²	19,00 kg/cm ²
M 11-P	15,67 kg/cm ²	13,94 kg/cm ²
M 12-P	15,57 kg/cm ²	13,84 kg/cm ²
M 13-P	15,69 kg/cm ²	13,96 kg/cm ²
M 14-P	15,65 kg/cm ²	13,92 kg/cm ²
M 15-P	15,72 kg/cm ²	13,99 kg/cm ²
Media=	16,66 kg/cm²	14,93 kg/cm²

Interpretación:

La tabla presentada muestra los resultados de la resistencia a la compresión de los tapiales con 10 días de reposo y los tapiales patrón, expresados en kg/cm². Se evaluaron un total de 15 muestras, donde los valores de resistencia a la compresión de los tapiales patrón presentan variaciones, oscilando entre 13,84 kg/cm² y 19,00 kg/cm², con una media de 14,93 kg/cm². En contraste, la resistencia a la compresión de los tapiales con 10 días de reposo varía entre 15,57 kg/cm² y 20,73 kg/cm², alcanzando una media de 16,66 kg/cm². Estos resultados indican que los tapiales sometidos a un periodo de reposo presentan, en promedio, una mayor resistencia a la compresión en comparación con los tapiales patrón, lo que sugiere que el tiempo de reposo contribuye a una mejor compactación y cohesión del material, optimizando su desempeño mecánico.

Figura 42

Comparación de la compresión: tapiales con 10 días de reposo y los tapiales patrón



Interpretación:

El gráfico presentado compara la resistencia a la compresión de los tapiales con 10 días de reposo y los tapiales patrón, expresada en kg/cm². Se observa que, en todas las muestras analizadas, los valores de resistencia a la compresión de los tapiales con 10 días de reposo son superiores a los de los tapiales patrón, lo que indica una mejora en la capacidad resistente del material tras este periodo de reposo. El valor más alto registrado para los tapiales patrón es de 19,00 kg/cm², mientras que para los tapiales con 10 días de reposo se alcanza un máximo de 20,73 kg/cm². Esta diferencia sugiere que el tiempo de reposo contribuye a una mejor compactación y consolidación del material, incrementando su resistencia mecánica en comparación con los tapiales patrón.

Tabla 5*Resultado de la compresión: tapiales con 15 días de reposo y tapiales patrón*

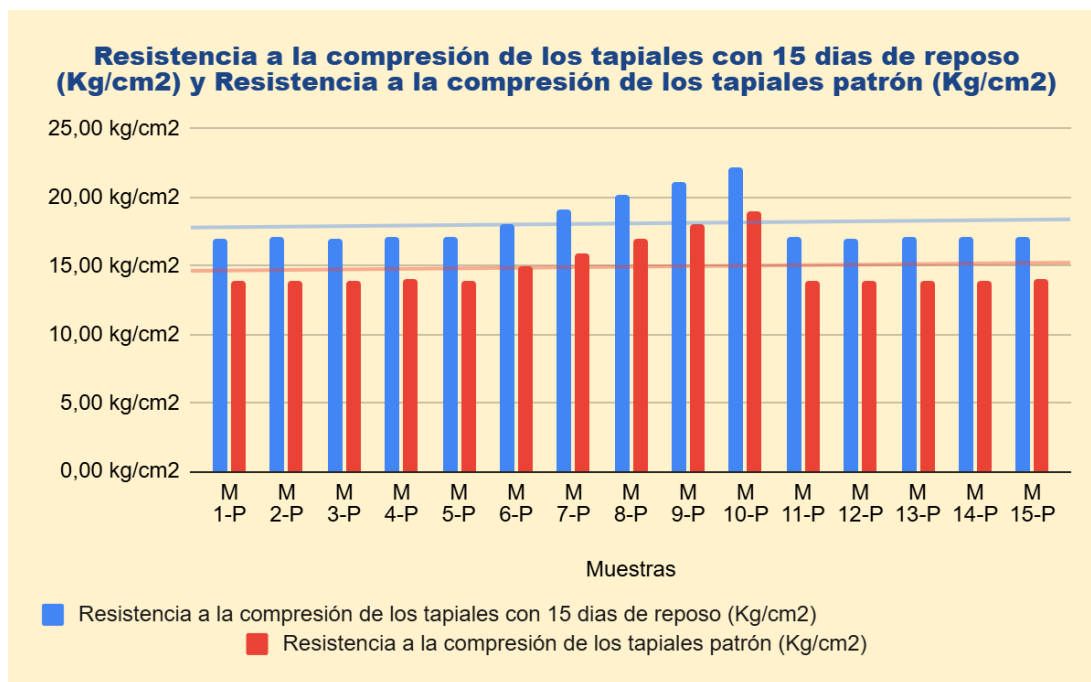
Muestras	Resistencia a la compresión de los tapiales con 15 días de reposo (Kg/cm²)	Resistencia a la compresión de los tapiales patrón (Kg/cm²)
M 1-P	17,03 kg/cm ²	13,87 kg/cm ²
M 2-P	17,12 kg/cm ²	13,96 kg/cm ²
M 3-P	17,02 kg/cm ²	13,86 kg/cm ²
M 4-P	17,13 kg/cm ²	13,97 kg/cm ²
M 5-P	17,06 kg/cm ²	13,90 kg/cm ²
M 6-P	18,08 kg/cm ²	14,92 kg/cm ²
M 7-P	19,10 kg/cm ²	15,94 kg/cm ²
M 8-P	20,12 kg/cm ²	16,96 kg/cm ²
M 9-P	21,14 kg/cm ²	17,98 kg/cm ²
M 10-P	22,16 kg/cm ²	19,00 kg/cm ²
M 11-P	17,10 kg/cm ²	13,94 kg/cm ²
M 12-P	17,00 kg/cm ²	13,84 kg/cm ²
M 13-P	17,12 kg/cm ²	13,96 kg/cm ²
M 14-P	17,08 kg/cm ²	13,92 kg/cm ²
M 15-P	17,15 kg/cm ²	13,99 kg/cm ²
Media=	18,09 kg/cm²	14,93 kg/cm²

Interpretación:

La tabla presentada muestra los resultados de la resistencia a la compresión de los tapiales con 15 días de reposo en comparación con los tapiales patrón, expresada en kg/cm². Se observa que, en todas las muestras analizadas, los valores de resistencia a la compresión de los tapiales con 15 días de reposo son superiores a los de los tapiales patrón, lo que indica una mejora en la capacidad resistente del material tras este periodo de reposo. Los valores individuales de resistencia para los tapiales con 15 días de reposo oscilan entre 17,00 kg/cm² y 22,16 kg/cm², mientras que para los tapiales patrón varían entre 13,84 kg/cm² y 19,00 kg/cm². En términos de valores promedio, los tapiales con 15 días de reposo alcanzan una resistencia media de 18,09 kg/cm², en contraste con los tapiales patrón, cuya resistencia media es de 14,93 kg/cm².

Figura 43

Comparación de la compresión: tapiales con 15 días de reposo y tapiales patrón



Interpretación:

El gráfico compara la resistencia a la compresión de los tapiales con 15 días de reposo y los tapiales patrón, evidenciando una tendencia clara en la que los valores de resistencia son mayores en los tapiales con 15 días de reposo en todas las muestras analizadas. Se observa que la resistencia máxima alcanzada por los tapiales con 15 días de reposo es de 22,16 kg/cm2, correspondiente a la muestra M 10-P, mientras que en los tapiales patrón el valor más alto es de 19,00 kg/cm2 en la misma muestra. Esta diferencia confirma que el periodo de reposo contribuye a mejorar la capacidad resistente del material. Además, se aprecia que, aunque existen variaciones en las resistencias individuales, la tendencia general muestra que los valores de resistencia de los tapiales con 15 días de reposo son consistentemente superiores a los de los tapiales patrón, lo que sugiere que este tiempo adicional favorece la consolidación del material, resultando en una mayor resistencia mecánica.

Tabla 6*Resultado de la compresión: tapiales con 20 días de reposo y tapiales patrón*

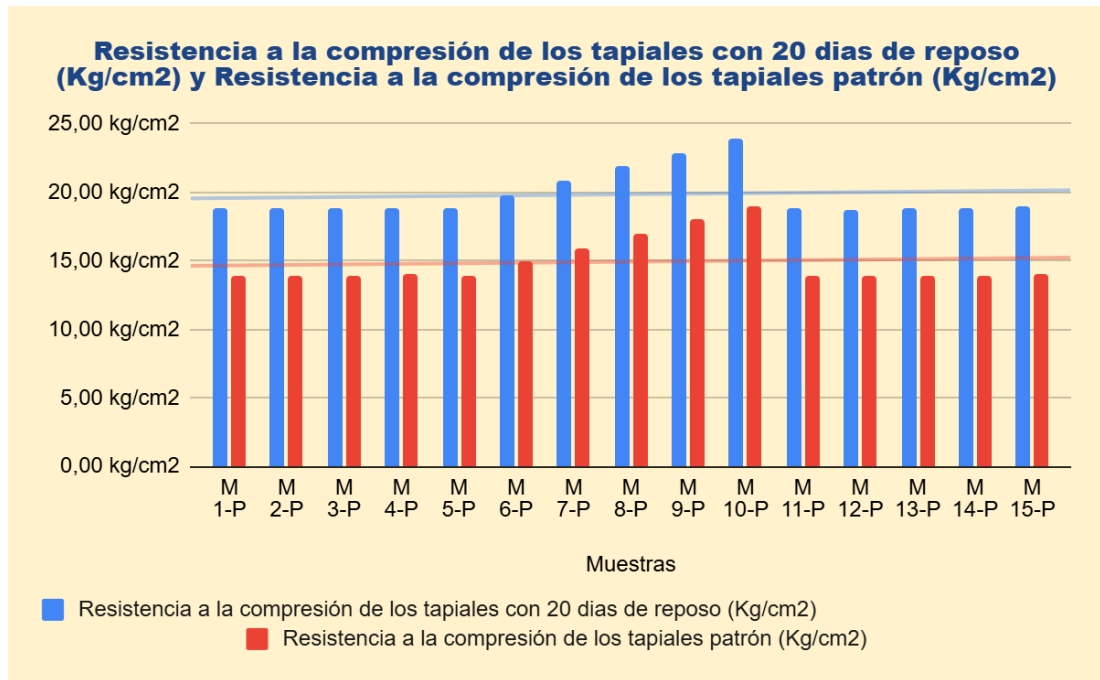
Muestras	Resistencia a la compresión de los tapiales con 20 días de reposo (Kg/cm²)	Resistencia a la compresión de los tapiales patrón (Kg/cm²)
M 1-P	18,79 kg/cm ²	13,87 kg/cm ²
M 2-P	18,88 kg/cm ²	13,96 kg/cm ²
M 3-P	18,78 kg/cm ²	13,86 kg/cm ²
M 4-P	18,90 kg/cm ²	13,97 kg/cm ²
M 5-P	18,82 kg/cm ²	13,90 kg/cm ²
M 6-P	19,84 kg/cm ²	14,92 kg/cm ²
M 7-P	20,86 kg/cm ²	15,94 kg/cm ²
M 8-P	21,88 kg/cm ²	16,96 kg/cm ²
M 9-P	22,90 kg/cm ²	17,98 kg/cm ²
M 10-P	23,92 kg/cm ²	19,00 kg/cm ²
M 11-P	18,86 kg/cm ²	13,94 kg/cm ²
M 12-P	18,76 kg/cm ²	13,84 kg/cm ²
M 13-P	18,88 kg/cm ²	13,96 kg/cm ²
M 14-P	18,84 kg/cm ²	13,92 kg/cm ²
M 15-P	18,92 kg/cm ²	13,99 kg/cm ²
Media=	19,86 kg/cm²	14,93 kg/cm²

Interpretación:

La tabla presentada muestra los resultados de la resistencia a la compresión de los tapiales con 20 días de reposo y los tapiales patrón, expresados en kg/cm². Se evaluaron 15 muestras, donde la resistencia a la compresión de los tapiales con 20 días de reposo varía entre 18,76 kg/cm² y 23,92 kg/cm², con una media de 19,86 kg/cm², mientras que la resistencia de los tapiales patrón oscila entre 13,84 kg/cm² y 19,00 kg/cm², con una media de 14,93 kg/cm². Estos resultados evidencian que los tapiales con 20 días de reposo presentan, en promedio, una mayor resistencia a la compresión en comparación con los tapiales patrón, lo que sugiere que el periodo adicional de reposo influye positivamente en el desarrollo de la resistencia del material.

Figura 44

Comparación de la compresión: tapias con 20 días de reposo y tapias patrón



Interpretación:

El gráfico compara la resistencia a la compresión de los tapias con 20 días de reposo y los tapias patrón, mostrando que los primeros alcanzan una mayor resistencia en todas las muestras evaluadas. Según los valores de la tabla, la resistencia promedio de los tapias con 20 días de reposo es de 19,86 kg/cm², mientras que la de los tapias patrón es de 14,93 kg/cm². Además, el valor más alto registrado en los tapias con 20 días de reposo es de 23,92 kg/cm², mientras que el mayor valor en los tapias patrón es de 19,00 kg/cm². Esta diferencia confirma que el reposo mejora significativamente la resistencia del material, optimizando su capacidad estructural. La tendencia observada en el gráfico refuerza esta conclusión, ya que en todas las muestras analizadas los tapias con 20 días de reposo presentan una resistencia superior a los tapias patrón, lo que sugiere que prolongar el tiempo de reposo es una estrategia efectiva para mejorar el comportamiento mecánico de los tapias.

Tabla 7

Comparación de la compresión promedio: tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo y tapiales patrón

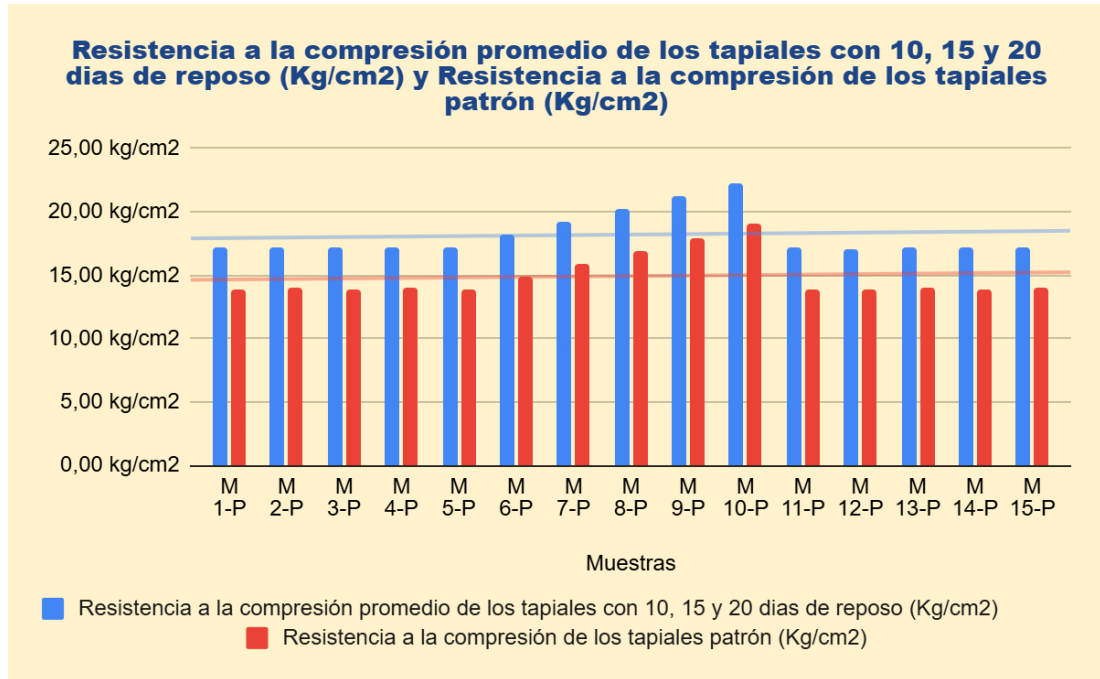
Muestras	Resistencia a la compresión promedio de los tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo (Kg/cm2)	Resistencia a la compresión de los tapiales patrón (Kg/cm2)
M 1-P	17,14 kg/cm2	13,87 kg/cm2
M 2-P	17,23 kg/cm2	13,96 kg/cm2
M 3-P	17,13 kg/cm2	13,86 kg/cm2
M 4-P	17,24 kg/cm2	13,97 kg/cm2
M 5-P	17,17 kg/cm2	13,90 kg/cm2
M 6-P	18,19 kg/cm2	14,92 kg/cm2
M 7-P	19,21 kg/cm2	15,94 kg/cm2
M 8-P	20,23 kg/cm2	16,96 kg/cm2
M 9-P	21,25 kg/cm2	17,98 kg/cm2
M 10-P	22,27 kg/cm2	19,00 kg/cm2
M 11-P	17,21 kg/cm2	13,94 kg/cm2
M 12-P	17,11 kg/cm2	13,84 kg/cm2
M 13-P	17,23 kg/cm2	13,96 kg/cm2
M 14-P	17,19 kg/cm2	13,92 kg/cm2
M 15-P	17,26 kg/cm2	13,99 kg/cm2
Media=	18,20 kg/cm2	14,93 kg/cm2

Interpretación:

La tabla presenta la comparación de la resistencia a la compresión promedio de los tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo y los tapiales patrón, expresada en kg/cm2. Se analizaron 15 muestras, en las que la resistencia a la compresión de los tapiales con distintos periodos de reposo varía entre 17,11 kg/cm2 y 22,27 kg/cm2, obteniendo una media de 18,20 kg/cm2, mientras que la resistencia a la compresión de los tapiales patrón oscila entre 13,84 kg/cm2 y 19,00 kg/cm2, con una media de 14,93 kg/cm2. Los resultados indican que, en promedio, los tapiales que han pasado por un proceso de reposo presentan una resistencia superior a la de los tapiales patrón, lo que sugiere que el reposo contribuye al incremento de la resistencia del material

Figura 45

Comparación de la compresión promedio: tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo y tapiales patrón

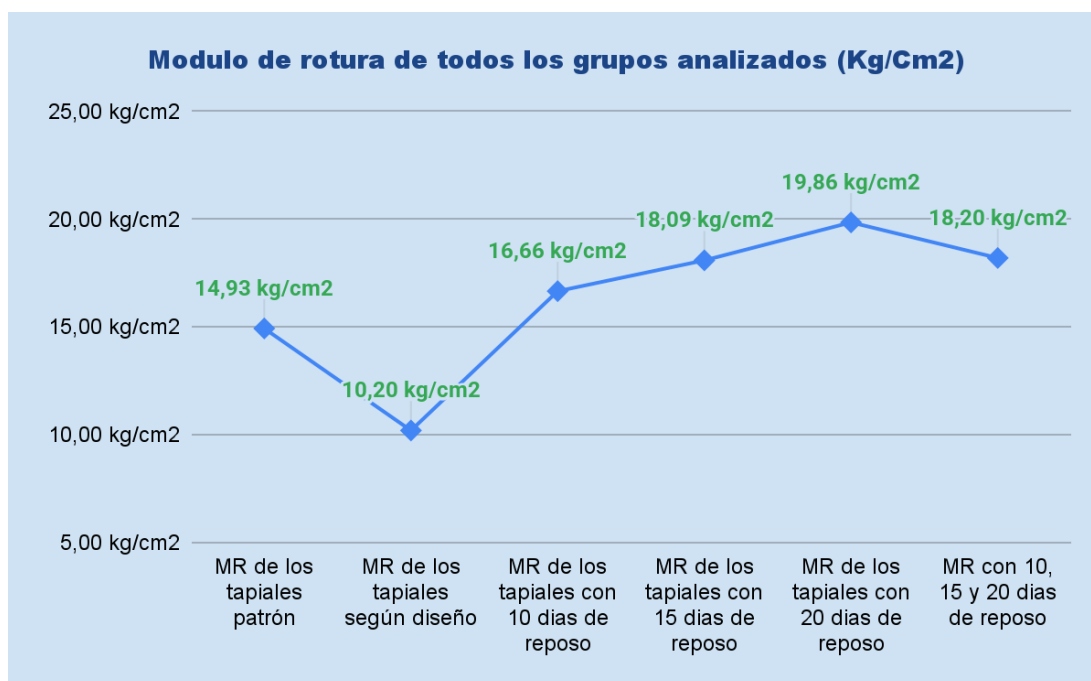


Interpretación:

El gráfico compara la resistencia a la compresión promedio de los tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo y los tapiales patrón, mostrando que los primeros alcanzan una mayor resistencia en todas las muestras evaluadas. Según los valores de la tabla, la resistencia promedio de los tapiales con 20 días de reposo es de 18,20 kg/cm², mientras que la de los tapiales patrón es de 14,93 kg/cm². Además, el valor más alto registrado en los tapiales promedio con 10, 15 y 20 días de reposo es de 22,27 kg/cm², mientras que el mayor valor en los tapiales patrón es de 19,00 kg/cm². Esta diferencia confirma que el reposo mejora significativamente la resistencia del material, optimizando su capacidad estructural. La tendencia observada en el gráfico refuerza esta conclusión, ya que en todas las muestras analizadas los tapiales con varios días de reposo presentan una resistencia superior a los tapiales patrón.

Figura 46

Comparación de la resistencia a la compresión promedio de todos los grupos analizados



Interpretación:

La figura muestra un gráfico de líneas que representa la comparación de la resistencia a la compresión promedio de distintos grupos de tapiales en kg/cm². Se observa que el módulo de rotura de los tapiales patrón inicia en 14,93 kg/cm², seguido de una disminución pronunciada en los tapiales según diseño, alcanzando un valor mínimo de 10,20 kg/cm². Posteriormente, la resistencia a la compresión aumenta de manera progresiva en los grupos con diferentes tiempos de reposo, registrando 16,66 kg/cm² a los 10 días, 18,09 kg/cm² a los 15 días, y alcanzando un máximo de 19,86 kg/cm² a los 20 días. Finalmente, en el grupo con combinaciones de 10, 15 y 20 días de reposo, la resistencia se reduce ligeramente a 18,20 kg/cm². Estos resultados indican que el tiempo de reposo influye positivamente en la resistencia de los tapiales, permitiendo una mejora sustancial con respecto a los valores iniciales.

PARA LA ABSORCIÓN

Análisis descriptivo de los datos obtenidos en laboratorio

Tabla 8

Porcentaje de absorción: tapiales patrón y tapiales según diseño

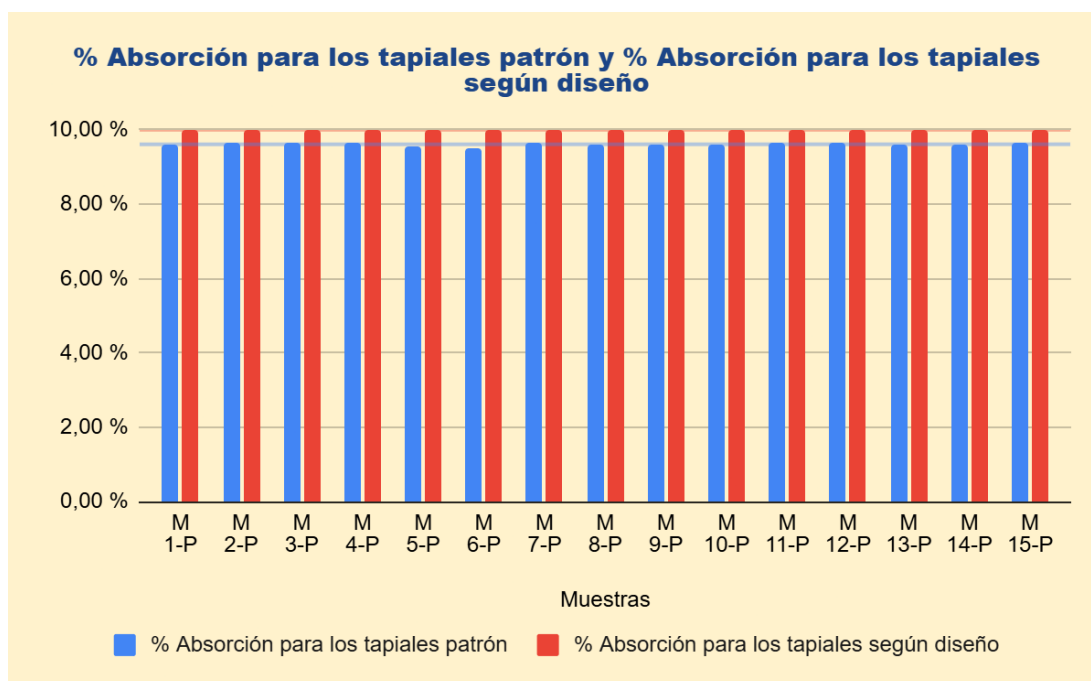
Muestras	% Absorción para los tapiales patrón	% Absorción para los tapiales según diseño
M 1-P	9,61 %	10,00 %
M 2-P	9,63 %	10,00 %
M 3-P	9,64 %	10,00 %
M 4-P	9,65 %	10,00 %
M 5-P	9,57 %	10,00 %
M 6-P	9,51 %	10,00 %
M 7-P	9,64 %	10,00 %
M 8-P	9,61 %	10,00 %
M 9-P	9,58 %	10,00 %
M 10-P	9,62 %	10,00 %
M 11-P	9,65 %	10,00 %
M 12-P	9,63 %	10,00 %
M 13-P	9,60 %	10,00 %
M 14-P	9,58 %	10,00 %
M 15-P	9,64 %	10,00 %
Media=	9,61 %	10,00 %

Introducción:

La tabla presenta los resultados del porcentaje de absorción de agua en tapiales en dos categorías: tapiales patrón y tapiales diseñados. A nivel general, se observa que los tapiales patrón tienen un promedio de absorción de 9.61%, mientras que los tapiales según diseño mantienen un valor constante de 10.00%. Esto indica que los tapiales diseñados tienen una absorción ligeramente mayor en comparación con los tapiales patrón, aunque la diferencia es mínima (0.39%). Este resultado sugiere que el diseño de los nuevos tapiales no ha reducido la absorción de agua en comparación con los tradicionales, sino que más bien se ha mantenido o incrementado levemente.

Figura 47

Comparación del porcentaje de absorción tapias patrón y tapias según diseño



Introducción:

La figura compara el porcentaje de absorción de los tapias patrón y los tapias según diseño, mostrando que los valores para ambos grupos se encuentran cercanos entre sí, con una ligera diferencia a favor de los tapias diseñados. A partir de los datos de la tabla, el valor más alto registrado para los tapias patrón es 9.65%, mientras que para los tapias diseñados el porcentaje de absorción se mantiene constante en 10.00%. Visualmente, el gráfico confirma esta tendencia, evidenciando que los tapias diseñados presentan una absorción levemente mayor en comparación con los tapias patrón en todas las muestras. Este resultado sugiere que el diseño aplicado a los tapias no ha reducido la absorción de agua, sino que ha resultado en un incremento mínimo.

Tabla 9

Porcentaje de absorción: tapiales con 10 días de reposo y tapiales patrón

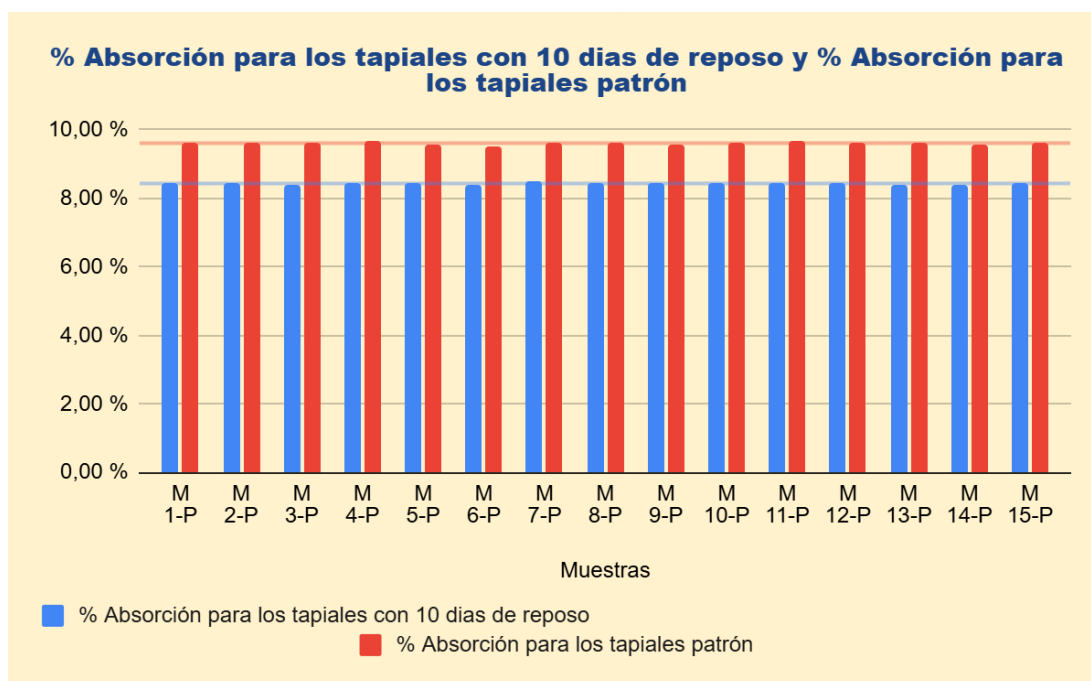
Muestras	% Absorción para los tapiales con 10 días de reposo	% Absorción para los tapiales patrón
M 1-P	8,45 %	9,61 %
M 2-P	8,43 %	9,63 %
M 3-P	8,40 %	9,64 %
M 4-P	8,42 %	9,65 %
M 5-P	8,44 %	9,57 %
M 6-P	8,41 %	9,51 %
M 7-P	8,48 %	9,64 %
M 8-P	8,45 %	9,61 %
M 9-P	8,44 %	9,58 %
M 10-P	8,47 %	9,62 %
M 11-P	8,42 %	9,65 %
M 12-P	8,43 %	9,63 %
M 13-P	8,40 %	9,60 %
M 14-P	8,41 %	9,58 %
M 15-P	8,46 %	9,64 %
Media=	8,43 %	9,61 %

Interpretación:

La tabla presenta el porcentaje de absorción de agua en dos tipos de tapiales: aquellos con 10 días de reposo y los tapiales patrón, con valores promedio de 8.43% y 9.61% respectivamente. Se observa que los tapiales con 10 días de reposo presentan una menor absorción de agua en comparación con los tapiales patrón, lo que sugiere que el tiempo de reposo influye en la reducción de la porosidad del material, haciéndolo menos permeable.

Figura 48

Comparación del porcentaje de absorción tapiales con 10 días de reposo y tapiales patrón



Interpretación:

La figura presenta la comparación del porcentaje de absorción de los tapiales con 10 días de reposo y los tapiales patrón, destacando visualmente la diferencia entre ambos grupos. Se observa que, en general, los tapiales con 10 días de reposo presentan un menor porcentaje de absorción en comparación con los tapiales patrón. El valor más alto registrado para los tapiales con 10 días de reposo es de 8.48%, mientras que para los tapiales patrón es de 9.65%, lo que reafirma la tendencia de una mayor absorción en los tapiales patrón. Esta diferencia sugiere que el tiempo de reposo contribuye a una reducción en la porosidad del material, lo que está relacionado con una mejor compactación y menor permeabilidad.

Tabla 10*Porcentaje de absorción: tapiales con 15 días de reposo y tapiales patrón*

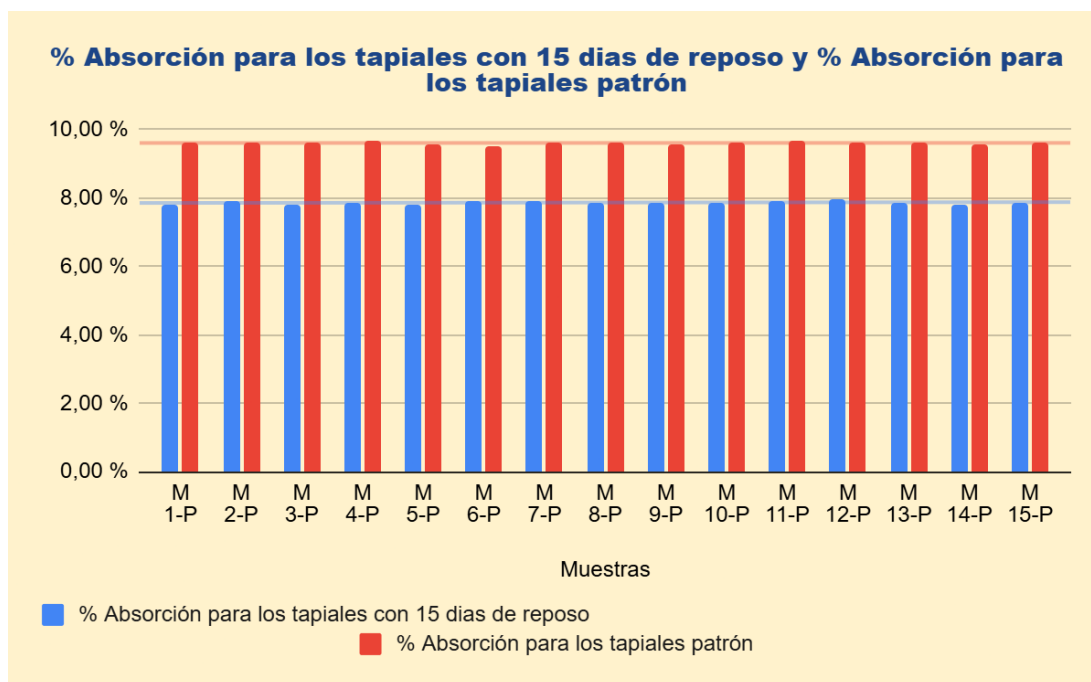
Muestras	% Absorción para los tapiales con 15 días de reposo	% Absorción para los tapiales patrón
M 1-P	7,83 %	9,61 %
M 2-P	7,90 %	9,63 %
M 3-P	7,82 %	9,64 %
M 4-P	7,85 %	9,65 %
M 5-P	7,83 %	9,57 %
M 6-P	7,91 %	9,51 %
M 7-P	7,90 %	9,64 %
M 8-P	7,87 %	9,61 %
M 9-P	7,86 %	9,58 %
M 10-P	7,84 %	9,62 %
M 11-P	7,93 %	9,65 %
M 12-P	7,94 %	9,63 %
M 13-P	7,88 %	9,60 %
M 14-P	7,82 %	9,58 %
M 15-P	7,85 %	9,64 %
Media=	7,87 %	9,61 %

Interpretación:

La tabla presenta los resultados del porcentaje de absorción de los tapiales con 15 días de reposo y los tapiales patrón, expresados en porcentaje. Se evaluaron 15 muestras identificadas como M 1-P hasta M 15-P. Los valores de absorción para los tapiales con 15 días de reposo varían entre 7,82 % y 7,94 %, con una media de 7,87 %, mientras que los valores de absorción para los tapiales patrón oscilan entre 9,51 % y 9,65 %, con una media de 9,61 %. Se observa que los tapiales con 15 días de reposo presentan un menor porcentaje de absorción en comparación con los tapiales patrón, lo que sugiere una posible mejora en su comportamiento frente a la absorción de agua debido al tiempo de reposo.

Figura 49

Comparación del porcentaje de absorción: tapias con 15 días de reposo y tapias patrón



Interpretación:

El gráfico compara el porcentaje de absorción de los tapias con 15 días de reposo y los tapias patrón, representados en barras azules y rojas, respectivamente. Se observa que en todas las muestras los tapias patrón presentan un porcentaje de absorción mayor que los tapias con 15 días de reposo. Según la tabla anterior, el valor más alto de absorción para los tapias con 15 días de reposo es 7,94 %, mientras que para los tapias patrón es 9,65 %. En el gráfico, esto se refleja en la diferencia de altura entre las barras rojas y azules, mostrando que los tapias patrón tienen una absorción más alta en comparación con los que han reposado por 15 días. Esto sugiere que el reposo influye en la reducción de la absorción de agua en los tapias.

Tabla 11

Porcentaje de absorción: tapiales con 20 días de reposo y tapiales patrón

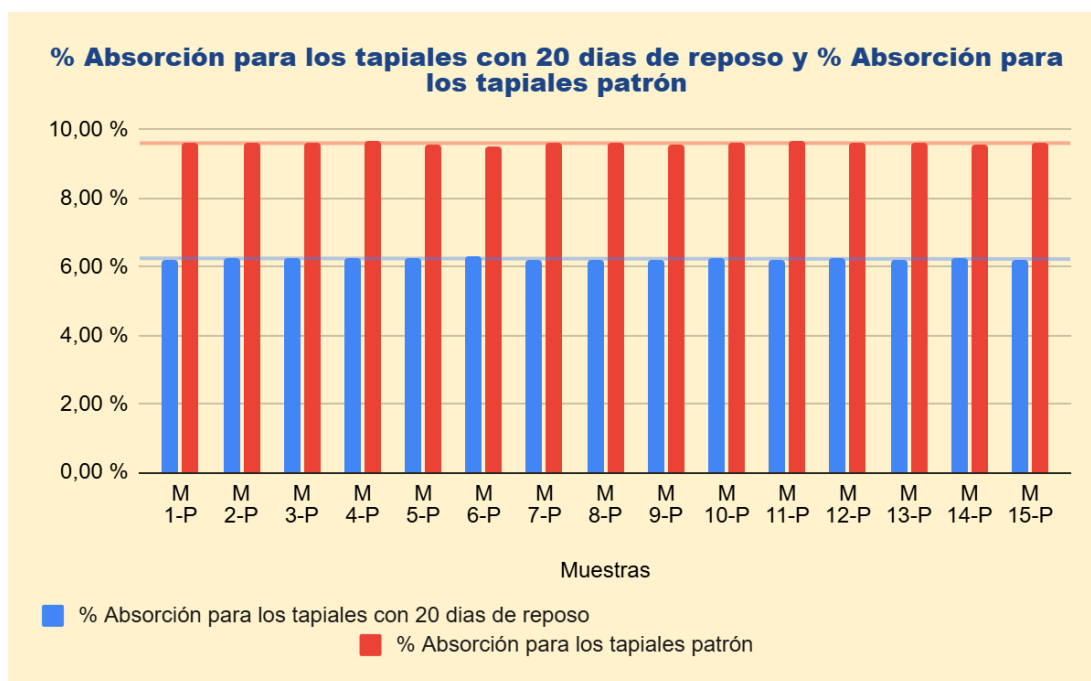
Muestras	% Absorción para los tapiales con 20 días de reposo	% Absorción para los tapiales patrón
M 1-P	6,21 %	9,61 %
M 2-P	6,24 %	9,63 %
M 3-P	6,26 %	9,64 %
M 4-P	6,27 %	9,65 %
M 5-P	6,28 %	9,57 %
M 6-P	6,29 %	9,51 %
M 7-P	6,21 %	9,64 %
M 8-P	6,20 %	9,61 %
M 9-P	6,22 %	9,58 %
M 10-P	6,25 %	9,62 %
M 11-P	6,20 %	9,65 %
M 12-P	6,24 %	9,63 %
M 13-P	6,22 %	9,60 %
M 14-P	6,28 %	9,58 %
M 15-P	6,21 %	9,64 %
Media=	6,24 %	9,61 %

Interpretación:

La tabla muestra los resultados del porcentaje de absorción de los tapiales con 20 días de reposo y los tapiales patrón. Se observa que los tapiales con 20 días de reposo presentan un menor porcentaje de absorción en comparación con los tapiales patrón, con una media de 6,24 % frente a 9,61 %, respectivamente. Esto indica que el reposo prolongado reduce la capacidad de absorción de los tapiales. En todas las muestras analizadas, la absorción de los tapiales patrón es consistentemente más alta, lo que sugiere que la condición de reposo mejora la resistencia del material a la absorción de agua.

Figura 50

Comparación del porcentaje de absorción: tapiales con 20 días de reposo y tapiales patrón



Interpretación:

El gráfico compara el porcentaje de absorción de los tapiales con 20 días de reposo y los tapiales patrón, evidenciando visualmente la diferencia entre ambos grupos. Se observa que los tapiales patrón (barras rojas) presentan un mayor porcentaje de absorción en todas las muestras en comparación con los tapiales con 20 días de reposo (barras azules). El valor más alto para los tapiales con 20 días de reposo es de 6,29 %, mientras que para los tapiales patrón es de 9,65 %. Esta diferencia confirma que el reposo prolongado reduce la absorción de agua, haciendo que los tapiales con 20 días de reposo sean más resistentes a la absorción de humedad en comparación con los tapiales patrón.

Tabla 12*Porcentaje de absorción promedio: tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo y tapiales patrón*

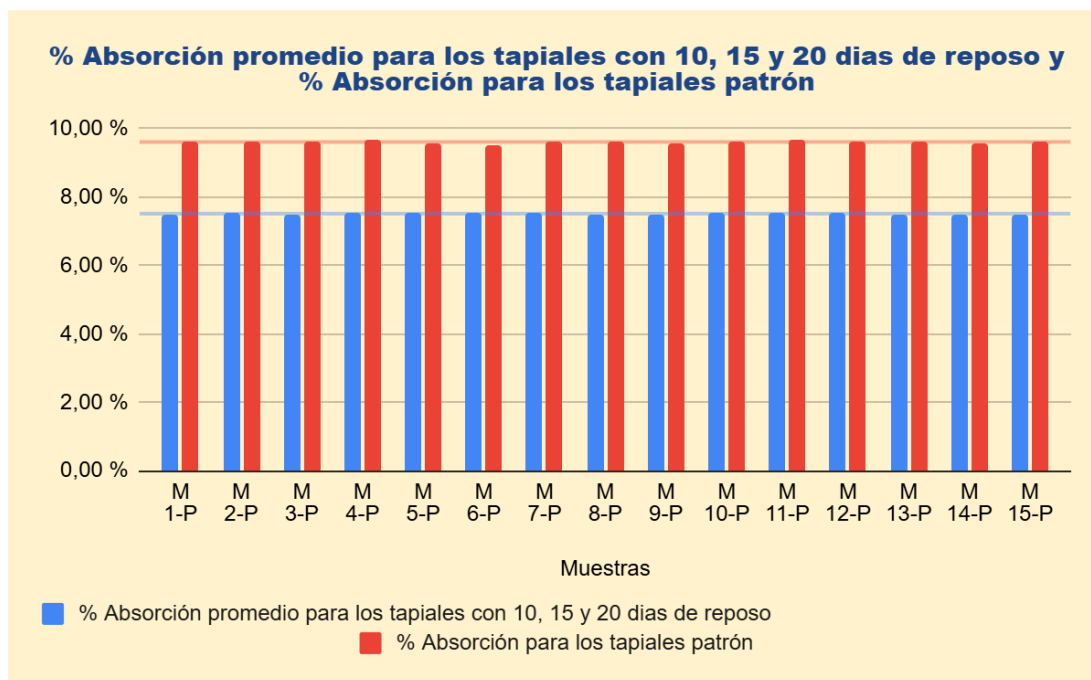
Muestras	% Absorción promedio para los tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo	% Absorción para los tapiales patrón
M 1-P	7,50 %	9,61 %
M 2-P	7,52 %	9,63 %
M 3-P	7,49 %	9,64 %
M 4-P	7,51 %	9,65 %
M 5-P	7,52 %	9,57 %
M 6-P	7,54 %	9,51 %
M 7-P	7,53 %	9,64 %
M 8-P	7,51 %	9,61 %
M 9-P	7,51 %	9,58 %
M 10-P	7,52 %	9,62 %
M 11-P	7,52 %	9,65 %
M 12-P	7,54 %	9,63 %
M 13-P	7,50 %	9,60 %
M 14-P	7,50 %	9,58 %
M 15-P	7,51 %	9,64 %
Media=	7,51 %	9,61 %

Interpretación:

La tabla presenta el porcentaje de absorción promedio de los tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo en comparación con los tapiales patrón. Se observa que los tapiales con reposo presentan una absorción promedio de 7,51 %, mientras que los tapiales patrón alcanzan un 9,61 %, lo que indica que los tapiales sometidos a un periodo de reposo tienen una menor capacidad de absorción de agua en comparación con los tapiales sin reposo. Esta diferencia sugiere que el tiempo de reposo influye en la reducción de la absorción.

Figura 51

Comparación del porcentaje de absorción promedio: tapias con 10, 15 y 20 días de reposo y tapias patrón

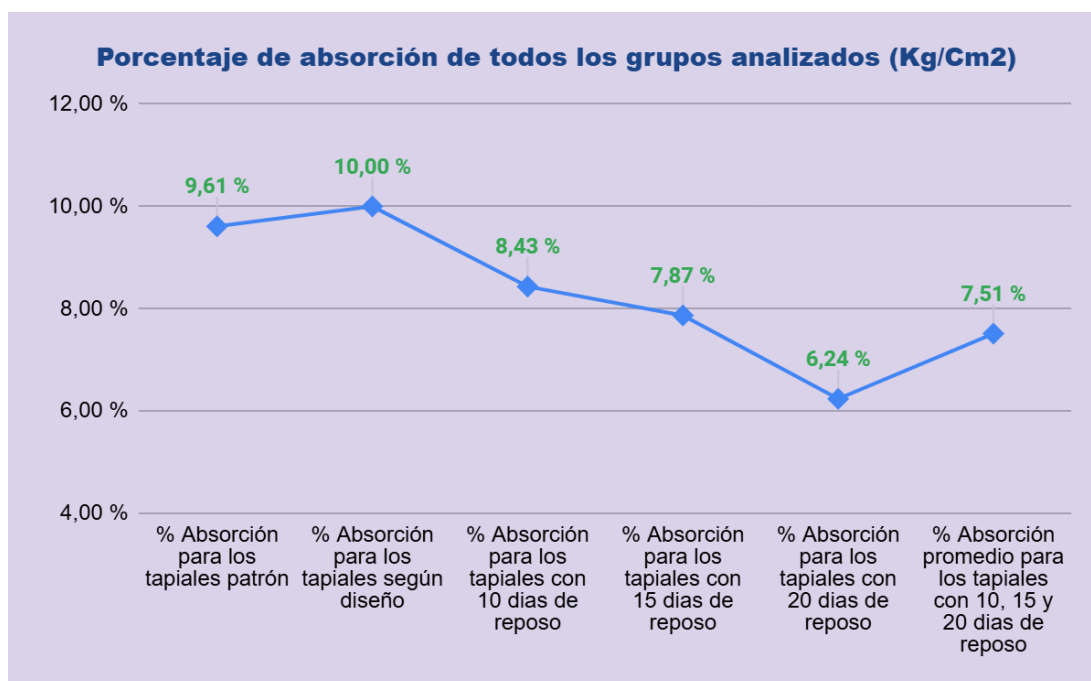


Interpretación:

El gráfico compara visualmente el porcentaje de absorción promedio de los tapias con 10, 15 y 20 días de reposo frente a los tapias patrón. Se observa que, en todas las muestras, los tapias patrón presentan una mayor absorción de agua en comparación con los tapias con reposo. El valor más alto para los tapias con reposo es de 7,54 %, mientras que el valor más alto para los tapias patrón alcanza 9,65 %. La diferencia en altura entre las barras azules y rojas confirma que los tapias con reposo retienen menos agua, lo que sugiere que el tiempo de reposo influye positivamente en la reducción de la absorción de humedad, haciendo que la estructura del tapial sea más resistente a la absorción de agua con el tiempo.

Figura 52

Comparación del porcentaje de absorción para todos los grupos analizados



Interpretación:

El gráfico de líneas muestra la comparación del porcentaje de absorción para todos los grupos analizados, observándose una tendencia general a la disminución de la absorción conforme aumenta el tiempo de reposo. Inicialmente, los tapiales patrón presentan un porcentaje de absorción del 9,61 %, mientras que los tapiales según diseño alcanzan el valor más alto con 10,00 %. A partir de ahí, los tapiales con 10 días de reposo reducen su absorción a 8,43 %, seguido por los tapiales con 15 días de reposo que presentan un valor de 7,87 %. La menor absorción se observa en los tapiales con 20 días de reposo, alcanzando un 6,24 %, lo que indica una mejora significativa en la resistencia a la absorción de agua. Finalmente, el porcentaje promedio de absorción para los tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo se sitúa en 7,51 %, confirmando que el tiempo de reposo influye positivamente en la reducción de la absorción de agua en los tapiales.

4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

El contraste de las hipótesis se ha realizado empleando el programa estadístico SPSS.

Para la hipótesis general:

HG1: El extracto de cabuya influye de manera significativa en la resistencia a la compresión y capacidad de absorción del tapial en la localidad de Huayocoto, Huánuco - 2024.

HG0: El extracto de cabuya no influye de manera significativa en la resistencia a la compresión y capacidad de absorción del tapial en la localidad de Huayocoto, Huánuco - 2024.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis general - Resistencia a la compresión

Tabla 13

Tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo y tapiales patrón

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión promedio de los tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo (Kg/cm2)	,376	15	,001	,685	15	,001
Resistencia a la compresión de los tapiales patrón (Kg/cm2)	,376	15	,001	,681	15	,001

Interpretación:

La prueba de normalidad para la resistencia a la compresión de los tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo, así como de los tapiales patrón, muestra que ambos grupos no cumplen con la normalidad, ya que los valores

de significancia en las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk son menores a 0.05. Esto indica que los datos no siguen una distribución normal, por lo que se procederá a realizar la prueba de Mann-Whitney para comparar las resistencias a la compresión.

Análisis inferencial para la hipótesis general – Resistencia a la compresión

Tabla 14

Prueba de Mann-Whitney resistencia a la compresión promedio de los tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo y tapiales patrón

Comparación	Estadístico U	Valor p
Resistencia a la compresión de los tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo y los tapiales patrón	202	0,001

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis general – Capacidad de absorción:

Tabla 15

Prueba de normalidad porcentajes de absorción promedio: tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo y tapiales patrón

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% Absorción promedio para los tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo	,159	15	,200*	,950	15	,525
% Absorción para los tapiales patrón	,161	15	,200*	,919	15	,191

Interpretación:

La tabla presenta los resultados de las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk para los porcentajes de absorción promedio de los tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo y los tapiales patrón. En ambas pruebas, los valores de significancia (Sig.) son superiores a 0.05 ($p=0.200$ para Kolmogorov-Smirnov y $p=0.525$ y $p=0.191$ para Shapiro-Wilk), lo que indica que los datos siguen una distribución normal. Dado este resultado, se procederá a aplicar la prueba t de Student para muestras independientes con el fin de comparar los grupos.

Análisis inferencial para la hipótesis general – Capacidad de absorción

Tabla 16

Prueba de T Student porcentajes de absorción promedio: tapiales con 10, 15 y 20 días de reposo y tapiales patrón

		Prueba de muestras independientes					
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias			
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
Porcentaje de absorción de los tapiales (Kg/Cm2)	Se asumen varianzas iguales	8,045	0,01	47.032	15	0,001	2.090
	No se asumen varianzas iguales	8,045	0,01	47.032	15	0,001	2.090

Interpretación:

Los resultados de la prueba de T Student muestran una contrastación de ($t=47.032$; $p=0,001<0,05$) para la capacidad de absorción y los resultados de la prueba de U de Mann-Whitney muestran una contrastación de ($U=202$; $p=0,001<0,05$) para la resistencia a la compresión. Validando la hipótesis alterna que menciona que el extracto de cabuya influye de manera significativa en la resistencia a la

compresión y capacidad de absorción del tapial en la localidad de Huayocoto, Huánuco - 2024.

4.2.1 PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Para la hipótesis específica 1:

HE1: La adición del extracto de cabuya de 10 días de reposo tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del tapial.

HE0: La adición del extracto de cabuya de 10 días de reposo no tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del tapial.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 1:

Tabla 17

Prueba de normalidad: tapiales con 10 días de reposo y tapiales patrón

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión de los tapiales con 10 días de reposo (Kg/cm2)	,376	15	,001	,685	15	,001
Resistencia a la compresión de los tapiales patrón (Kg/cm2)	,376	15	,001	,681	15	,001

Interpretación:

La prueba de normalidad para la resistencia a la compresión de los tapiales con 10 días de reposo y de los tapiales patrón muestra que los datos no siguen una distribución normal, ya que los valores de significancia en las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk son menores a 0.05 ($p=0.001$ y $p=0.001$, respectivamente). Dado que no se cumple la normalidad en ninguno de los casos, se procederá a utilizar la prueba de Mann-Whitney para comparar las resistencias a la compresión entre ambos grupos.

Análisis inferencial para la hipótesis específica 1:

Tabla 18

Prueba de Mann-Whitney tapiales con 10 días de reposo y tapiales patrón

Comparación	Estadístico U	Valor p
Resistencia a la compresión de los tapiales con 10 días de reposo (kg/cm ²) y los tapiales patrón (kg/cm ²).	178	0,001

Interpretación:

Los resultados de la prueba de U de Mann-Whitney muestran una contrastación de ($U=178$; $p=0,001<0,05$). Validando la hipótesis alterna que menciona que la adición del extracto de cabuya de 10 días de reposo tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del tapial.

Para la hipótesis específica 2:

HE2: La adición del extracto de cabuya de 15 días de reposo tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del tapial

HE0: La adición del extracto de cabuya de 15 días de reposo no tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del tapial

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 2:

Tabla 19

Prueba de normalidad: tapiales con 15 días de reposo y tapiales patrón

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión de los tapiales con 15 días de reposo (Kg/cm ²)	,376	15	,001	,719	15	,001
Resistencia a la compresión de los	,376	15	,001	,681	15	,001

tapiales patrón
(Kg/cm²)

Interpretación:

En esta prueba de normalidad para la resistencia a la compresión de los tapiales con 15 días de reposo y los tapiales patrón, los valores de significancia en las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk son menores a 0.05 ($p=0.001$ en ambos casos). Esto indica que los datos no siguen una distribución normal. Dado que la normalidad no se cumple, el análisis de comparación entre ambos grupos debe realizarse con una prueba no paramétrica, como la prueba de Mann-Whitney.

Análisis inferencial para la hipótesis específica 2:

Tabla 20

Prueba de Mann-Whitney: tapiales con 15 días de reposo y tapiales patrón

Comparación	Estadístico U	Valor p
Resistencia a la compresión de los tapiales con 15 días de reposo (kg/cm ²) y los tapiales patrón (kg/cm ²).	204	0,001

Interpretación:

Los resultados de la prueba de U de Mann-Whitney muestran una contrastación de ($U=204$; $p=0,001<0,05$). Validando la hipótesis alterna que menciona que la adición del extracto de cabuya de 15 días de reposo tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del tapial.

Para la hipótesis específica 3:

HE3: La adición del extracto de cabuya de 20 días de reposo tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del tapial

HE0: La adición del extracto de cabuya de 20 días de reposo no tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del tapial

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 3:

Tabla 21

Prueba de normalidad: tapiales con 20 días de reposo y tapiales patrón

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión de los tapiales con 20 días de reposo (Kg/cm2)	,374	15	,001	,690	15	,001
Resistencia a la compresión de los tapiales patrón (Kg/cm2)	,376	15	,001	,681	15	,001

Interpretación:

En esta prueba de normalidad para la resistencia a la compresión de los tapiales con 20 días de reposo y los tapiales patrón, los valores de significancia en las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk son menores a 0.05 ($p=0.001$ en ambos casos). Esto indica que los datos no siguen una distribución normal. Dado que la normalidad no se cumple, el análisis de comparación entre ambos grupos debe realizarse con una prueba no paramétrica, como la prueba de Mann-Whitney.

Análisis inferencial para la hipótesis específica 3:

Tabla 22

Prueba de Mann-Whitney: tapiales con 20 días de reposo y tapiales patrón

Comparación	Estadístico U	Valor p
Resistencia a la compresión de los tapiales con 20 días de reposo (kg/cm2) y los tapiales patrón (kg/cm2).	215	0,001

Interpretación:

Los resultados de la prueba de U de Mann-Whitney muestran una contrastación de ($U=215$; $p=0,001<0,05$). Validando la hipótesis alterna que menciona que la adición del extracto de cabuya de 20 días de reposo tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del tapial.

4.2.2 PARA LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN

Para la hipótesis específica 4:

HE4: La adición del extracto de cabuya de 10 días de reposo tiene un efecto significativo en la capacidad de absorción del tapial.

HE0: La adición del extracto de cabuya de 10 días de reposo no tiene un efecto significativo en la capacidad de absorción del tapial.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 4:

Tabla 23

Prueba de normalidad: tapiales con 10 días de reposo y tapiales patrón

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% Absorción para los tapiales con 10 días de reposo	,114	15	,200*	,959	15	,669
% Absorción para los tapiales patrón	,161	15	,200*	,869	15	,033

Interpretación:

La prueba de normalidad aplicada a los porcentajes de absorción de los tapiales con 10 días de reposo y los tapiales patrón muestra que los datos de los tapiales con 10 días de reposo cumplen con la normalidad, ya que los valores de significancia en Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk son mayores a 0.05. En contraste, para los tapiales patrón, aunque Kolmogorov-Smirnov sugiere normalidad, el test de Shapiro-Wilk presenta un valor de significancia menor a 0.05, lo que indica que estos datos no siguen una distribución normal.

Dado que al menos uno de los grupos no cumple con la normalidad, se procederá a realizar la prueba de Mann-Whitney.

Análisis inferencial para la hipótesis específica 4:

Tabla 24

Prueba de Mann-Whitney tapiales con 10 días de reposo y tapiales patrón

Comparación	Estadístico U	Valor p
Porcentaje de absorción de los tapiales con 10 días de reposo y los tapiales patrón.	0,00	0,001

Interpretación:

Los resultados de la prueba de U de Mann-Whitney muestran una contrastación de ($U=0,00$; $p=0,001<0,05$). Validando la hipótesis alterna que menciona que la adición del extracto de cabuya de 10 días de reposo tiene un efecto significativo en la capacidad de absorción del tapial.

Para la hipótesis específica 5:

HE5: La adición del extracto de cabuya de 15 días de reposo tiene un efecto significativo en la capacidad de absorción del tapial

HE0: La adición del extracto de cabuya de 15 días de reposo no tiene un efecto significativo en la capacidad de absorción del tapial

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 5:

Tabla 25

Prueba de normalidad tapiales con 15 días de reposo y tapiales patrón

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% Absorción para los tapiales con 15 días de reposo	,148	15	,200*	,929	15	,268

% Absorción para los tapiales patrón	,161	15	,200*	,869	15	0,033
--------------------------------------	------	----	-------	------	----	-------

Interpretación:

La prueba de normalidad aplicada a los porcentajes de absorción de los tapiales con 15 días de reposo y los tapiales patrón muestra que los datos de los tapiales con 15 días de reposo cumplen con la normalidad, ya que los valores de significancia en Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk son mayores a 0.05. En contraste, para los tapiales patrón, aunque Kolmogorov-Smirnov sugiere normalidad, el test de Shapiro-Wilk presenta un valor de significancia menor a 0.05, lo que indica que estos datos no siguen una distribución normal. Dado que al menos uno de los grupos no cumple con la normalidad, se procederá a realizar la prueba de Mann-Whitney.

Análisis inferencial para la hipótesis específica 5:

Tabla 26

Prueba de Mann-Whitney: tapiales con 15 días de reposo y tapiales patrón

Comparación	Estadístico U	Valor p
Porcentaje de absorción de los tapiales con 15 días de reposo y los tapiales patrón.	0,00	0,001

Interpretación:

Los resultados de la prueba de U de Mann-Whitney muestran una contrastación de ($U=0,00$; $p=0,001<0,05$). Validando la hipótesis alterna que menciona que la adición del extracto de cabuya de 15 días de reposo tiene un efecto significativo en la capacidad de absorción del tapial.

Para la hipótesis específica 6:

HE6: La adición del extracto de cabuya de 20 días de reposo tiene un efecto significativo en la capacidad de absorción del tapial

HE0: La adición del extracto de cabuya de 20 días de reposo no tiene un efecto significativo en la capacidad de absorción del tapial

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 6:

Tabla 27

Prueba de normalidad: tapiales con 20 días de reposo y tapiales patrón

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% Absorción para los tapiales con 20 días de reposo	,191	15	,147	,895	15	,081
% Absorción para los tapiales patrón	,161	15	,200*	,869	15	,033

Interpretación:

La prueba de normalidad aplicada a los porcentajes de absorción de los tapiales con 10 días de reposo y los tapiales patrón muestra que los datos de los tapiales con 10 días de reposo cumplen con la normalidad, ya que los valores de significancia en Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk son mayores a 0.05. En contraste, para los tapiales patrón, aunque Kolmogorov-Smirnov sugiere normalidad, el test de Shapiro-Wilk presenta un valor de significancia menor a 0.05, lo que indica que estos datos no siguen una distribución normal. Dado que al menos uno de los grupos no cumple con la normalidad, se procederá a realizar la prueba de Mann-Whitney.

Análisis inferencial para la hipótesis específica 6:

Tabla 28

Prueba de Mann-Whitney: tapiales con 20 días de reposo y tapiales patrón

Comparación	Estadístico U	Valor p
Porcentaje de absorción de los tapiales con 20 días de reposo y los tapiales patrón.	0,00	0,001

Interpretación:

Los resultados de la prueba de U de Mann-Whitney muestran una contrastación de ($U=0,00$; $p=0,001<0,05$). Validando la hipótesis alterna que menciona que la adición del extracto de cabuya de 20 días de reposo tiene un efecto significativo en la capacidad de absorción del tapial.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El estudio de González Camacho (2022) tuvo como objetivo analizar las propiedades del suelo en el sector Chorrera-Mirador para su aplicación en un sistema constructivo contemporáneo de tapial de suelo-cemento postensado. En su investigación, se evaluó el comportamiento mecánico de probetas con diferentes porcentajes de cemento (9%, 30% y 40%), determinándose que aquellas con mayor contenido de cemento alcanzaban resistencias superiores en los ensayos de compresión. A partir de estos resultados, los autores construyeron un muro a escala con el 40% de cemento y lo sometieron a pruebas de compresión, obteniendo valores de 2937.86 kgf/cm² y 2563.81 kgf/cm² en diferentes direcciones de carga, lo que representó un incremento significativo en comparación con estudios previos realizados con caña guadua, cuyo valor máximo fue de 1020 kgf/cm². Esta mejora sustancial evidencia la eficacia del refuerzo con acero y la viabilidad del tapial postensado como una alternativa estructuralmente resistente y estable. En consonancia con estos hallazgos, en la presente investigación se observó que la resistencia a la compresión del tapial mejoró con la adición de extracto de cabuya reposado durante 10 días, alcanzando un valor de 16.66 kg/cm² en comparación con los 14.93 kg/cm² de los tapias sin tratamiento. Este incremento reafirma la posibilidad de optimizar las propiedades mecánicas del tapial mediante el uso de aditivos naturales, contribuyendo así al fortalecimiento de la técnica constructiva y su aplicación en edificaciones más duraderas y sostenibles.

La investigación de Huamán y Vilcas (2023) demostró que el tapial estabilizado es una técnica constructiva eficaz para mejorar la resistencia de muros expuestos a la humedad, empleando estabilizantes naturales, como el ichu y la cabuya, y estabilizantes artificiales, como el yeso y el cemento. A través de la elaboración y análisis de 25 probetas, los autores evaluaron la

resistencia a la compresión, la densidad, la absorción de agua y la resistencia a la inmersión, estableciendo que el uso de yeso al 15% generaba una resistencia a la compresión de 42.651 kg/cm², superando ampliamente el mínimo de 6.12 kg/cm² indicado en la norma E.080. Asimismo, el empleo de cemento al 15% redujo significativamente la absorción de agua a 2.73%, muy por debajo del 22% permitido por la norma. Estos resultados evidencian que el uso de estabilizantes adecuados permite mejorar la durabilidad y estabilidad del tapial en condiciones de alta humedad. En concordancia con estos hallazgos, en la presente investigación se observó que el reposo del extracto de cabuya durante 20 días incrementó aún más la resistencia a la compresión del tapial, alcanzando un valor de 19.86 kg/cm² frente a los 14.93 kg/cm² de los tapiales sin adición. Este incremento sugiere que el tiempo de reposo del estabilizante natural tiene un efecto positivo en la mejora de las propiedades mecánicas del tapial, consolidando su potencial como una alternativa eficiente y sostenible para la construcción de muros con mayor resistencia y durabilidad.

La investigación de Vargas Arévalo (2023) abordó la mejora del comportamiento mecánico del tapial mediante la adición de fibras de bombonaje, analizando su influencia en la resistencia a la compresión en comparación con el tapial convencional normado por la E-080. A través de un enfoque cuantitativo y un diseño aplicado, el autor evaluó 60 muestras, observando que la incorporación de fibras de bombonaje en diferentes proporciones (2%, 3% y 5% respecto al peso seco de la mezcla) generaba variaciones en la resistencia, alcanzando un valor máximo de 21.71 kg/cm² con la adición del 5%. En línea con estos resultados, en la presente investigación se determinó que el uso de extracto de cabuya reposado durante 20 días también impacta positivamente en las propiedades del tapial, reduciendo su capacidad de absorción de agua a 6.24%, en comparación con el 9.61% registrado en los tapiales sin adición. Esta disminución sugiere una menor susceptibilidad a la humedad y una mejora en la durabilidad del material, consolidando el potencial de los estabilizantes naturales como una alternativa eficiente para optimizar el desempeño del tapial en condiciones de alta humedad y garantizar una mayor vida útil en aplicaciones constructivas.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, concluimos en los siguiente:

Para el objetivo general: Determinar la influencia del extracto de cabuya en la resistencia a la compresión y capacidad de absorción del tapial en la localidad de Huayocoto, Huánuco - 2024. Se concluye que el extracto de cabuya influye de manera significativa en la resistencia a la compresión y capacidad de absorción del tapial en la localidad de Huayocoto, Huánuco - 2024. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($U=202$; $p=0,001<0,05$), al examinar las medias, se puede inferir que la resistencia a la compresión de los tapiales con adición de extracto de cabuya aumenta al usar 10, 15 y 20 días de reposo, con un valor de 18,20 kg/cm², frente a los tapiales patrón, con un valor de 14,93 kg/cm²; y a través de un análisis de contraste ($t=47.032$; $p=0,001<0,05$), al examinar las medias, se puede inferir que el porcentaje de absorción de los tapiales con adición de extracto de cabuya se reduce al usar 10, 15 y 20 días de reposo, con un valor de 7,51%, frente a los tapiales patrón con valor de 9,61%.

Para el objetivo específico 1: Determinar la influencia de la adición del extracto de cabuya reposado 10 días en la resistencia a la compresión del tapial. Se concluye que la adición del extracto de cabuya de 10 días de reposo tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del tapial. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($U=178$; $p=0,001<0,05$), al examinar las medias, se puede inferir que la resistencia a la compresión de los tapiales con adición de extracto de cabuya aumenta al usar 10 días de reposo, con un valor de 16,66 kg/cm², frente a los tapiales patrón, con un valor de 14,93 kg/cm².

Para el objetivo específico 2: Determinar la influencia de la adición del extracto de cabuya reposado 15 días en la resistencia a la compresión del tapial. Se concluye que la adición del extracto de cabuya de 10 días de reposo tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del tapial. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($U=204$; $p=0,001<0,05$), al examinar las medias, se puede inferir que la resistencia a la compresión de los tapiales con adición de extracto de cabuya aumenta al usar 15 días de

reposo, con un valor de 18,09 kg/cm², frente a los tapiales patrón, con un valor de 14,93 kg/cm².

Para el objetivo específico 3: Determinar la influencia de la adición del extracto de cabuya reposado 20 días en la resistencia a la compresión del tapial. Se concluye que la adición del extracto de cabuya de 10 días de reposo tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del tapial. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($U=215$; $p=0,001<0,05$), al examinar las medias, se puede inferir que la resistencia a la compresión de los tapiales con adición de extracto de cabuya aumenta al usar 20 días de reposo, con un valor de 19,86 kg/cm², frente a los tapiales patrón, con un valor de 14,93 kg/cm².

Para el objetivo específico 4: Determinar la influencia de la adición del extracto de cabuya reposado 10 días en la capacidad de absorción del tapial. Se concluye que la adición del extracto de cabuya de 10 días de reposo tiene un efecto significativo en la capacidad de absorción del tapial. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($U=0,00$; $p=0,001<0,05$), al examinar las medias, se puede inferir que el porcentaje de absorción de los tapiales con adición de extracto de cabuya se reduce al usar 10 días de reposo, con un valor de 8,43%, frente a los tapiales patrón con valor de 9,61%.

Para el objetivo específico 5: Determinar la influencia de la adición del extracto de cabuya reposado 15 días en la capacidad de absorción del tapial. Se concluye que la adición del extracto de cabuya de 15 días de reposo tiene un efecto significativo en la capacidad de absorción del tapial. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($U=0,00$; $p=0,001<0,05$), al examinar las medias, se puede inferir que el porcentaje de absorción de los tapiales con adición de extracto de cabuya se reduce al usar 15 días de reposo, con un valor de 7,87%, frente a los tapiales patrón con valor de 9,61%.

Para el objetivo específico 6: Determinar la influencia de la adición del extracto de cabuya reposado 20 días en la capacidad de absorción del tapial. Se concluye que la adición del extracto de cabuya de 20 días de reposo tiene un efecto significativo en la capacidad de absorción del tapial. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ($U=0,00$; $p=0,001<0,05$), al

examinar las medias, se puede inferir que el porcentaje de absorción de los tapiales con adición de extracto de cabuya se reduce al usar 20 días de reposo, con un valor de 6,24%, frente a los tapiales patrón con valor de 9,61%.

RECOMENDACIONES

- Ampliar el estudio a diferentes tipos de suelos: Se recomienda realizar futuras investigaciones en distintos tipos de suelo utilizados para la construcción de tapias, ya que la composición del terreno puede influir en la efectividad del extracto de cabuya en la mejora de la resistencia y absorción del material.
- Evaluar el comportamiento a largo plazo del tapial mejorado: Es importante desarrollar estudios de durabilidad en condiciones reales de exposición a la intemperie para determinar cómo se comporta el tapial con extracto de cabuya frente a la erosión, humedad y cambios climáticos prolongados.
- Analizar otros aditivos naturales complementarios: Se sugiere explorar la combinación del extracto de cabuya con otros aditivos naturales como fibras vegetales, almidones o resinas orgánicas que puedan potenciar aún más la resistencia y durabilidad del tapial.
- Realizar ensayos estructurales a escala real: Para validar la aplicabilidad del material en edificaciones, se recomienda construir y monitorear estructuras de tamaño real con tapial modificado, evaluando su comportamiento bajo cargas estáticas y dinámicas.
- Explorar el impacto ambiental y económico del uso del extracto de cabuya: Futuros estudios pueden enfocarse en el análisis del ciclo de vida del material, su impacto ambiental y la viabilidad económica de su aplicación en construcciones rurales, con el fin de promover su uso en comunidades con recursos limitados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre Merino, C. P., Jarrín Zambrano, G. S., & Guilcapi Pacheco, E. D. (2023). Cabuya (*Furcraea andina*, Asparagaceae): una persistencia biocultural para la reproducción del ser social Puruhá en la microcuenca del Río Guano (Andes Ecuatorianos). *Scielo*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-71512023000100130
- Angulo Zavaleta, V. L. (2020). *Influencia de la adición al 2%, 3% y 5% de ceniza volante en las propiedades físico-mecánicas del mortero de cemento en Cajamarca, 2019*. Cajamarca: Repositorio Universidad Privada del Norte.
- Bohórquez Quiroz, D., & Serrato Mayorga, E. (2023). Bloque De Tierra Comprimido BTC Como Una Alternativa De Construcción Sostenible En El Sector Rural De La Ciudad De Popayán. Fundación Universitaria de Popayán. Obtenido de <https://unividaufp.edu.co/repositorio/files/original/272a58e986b4ab29c5075619b8d45dc9.pdf>
- Bustamante, L. M. (2022). Caracterización y Patología de los Muros de Tierra de las Construcciones Andinas Ecuatoriana. *Politécnica*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/6887/688772211004/688772211004.pdf>
- Cabrera, S., Gonzales, A., & Rotondaro, R. (2020). *Resistencia a compresión en Bloques de Tierra Comprimida. Comparación entre diferentes métodos de ensayo*. Obtenido de Informes de la Construcción: <https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/6023/7344>
- Carbajal de la Peña, V. M., & Pasapera Domador, J. F. (2023). *Diseño de un tapial reforzado con mallas de carrizo para incrementar el comportamiento estructural de una vivienda, Huanta - Chihuahua, 2023*. Lima: Repositorio Universidad César Vallejo.

- Chavez Perez, D. Z. (2022). SISTEMA CONSTRUCTIVO MIXTO DE TAPIA Y BAMBU PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDA RURAL EN ZONAS VULNERABLES DE COLIMA. Tecnológico Nacional de México. Obtenido de <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/5614>
- Díaz Rodríguez, L. A., & Torrecillas, R. (2019). Arcillas cerámicas: una revisión de sus distintos tipos, significados y aplicaciones. *ResearchGate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/40224138_Arcillas_ceramicas_una_revision_de_sus_distintos_tipos_significados_y_aplicaciones
- Fabian Diaz, J. (2021). Análisis de la resistencia de unidades de adobe compactado con aditivos impermeabilizantes perma-zyme, Huánuco-2019. Universidad de Huanuco. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2963>
- Fonseca Sanchez, K., Becerra Eneque, Y., & Muñoz Perez, S. (2021). USO DE ESTABILIZADORES PARA SUELOS ARCILLOSOS UNA REVISIÓN LITERARIA. *Dialnet*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7831536.pdf>
- García Castro, O., & Quintero Sarabia, B. (2020). Análisis de las características físico mecánicas y de absorción del bloque de tierra comprimida con dimensiones 15x10x30 cm impermeabilizado con breas asfáltica triturada en su estado sólido. Universidad Francisco de Paula Santander. Obtenido de <https://repositorioinstitucional.ufpso.edu.co/handle/20.500.14167/570>
- García Chávez, J. A. (2023). *Mejora de la resistencia a la compresión de un adobe hecho con fibras de polietileno de alta densidad y aluminio reciclado en el Distrito de Amarilis – Huánuco – 2022*. Huánuco: Repositorio Universidad de Huánuco.
- Garnica Silva, J. A., & Durán Sánchez, J. E. (2023). *Eco-eficacia de la estabilización mecánica de la tapia pisada a partir de mallas de refuerzo de botellas PET*. Bucaramanga: Repositorio Universidad Santo Tomas.

- González Camacho, C. d. (2022). Aplicación de técnica constructiva contemporánea en tierra: tapia post-tensada con suelo del sector Chorrera Mirador- Provincia de Chimborazo. Universidad Nacional de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10088>
- Guerrero Baca, L. F. (2022). El uso de tierra modelada en la intervención de componentes constructivos de adobe. *Scielo*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-249X2020000200133
- Guerrero Baca, L. F., & Uviña Contreras, F. (2020). Integración de tierra y cal en restauraciones arquitectónicas. *dialnet*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/6841/684175698011.pdf>
- Hernández Sampieri, R. (2018). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA*. McGraw-Hill Interamericana.
- Huaman Vicente, A. J., & Vilcas Ticllacuri, S. (2023). Uso del tapial estabilizado y su influencia en la resistencia de muros expuestos a la humedad, Saño - 2023. Universidad Continental. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/13765>
- Illanes Chocce, C., & Santa Maria Solorzano, J. J. (2022). Diseño y evaluación de unidades de adobe estabilizado con mucílago de cactus y fibra de cabuya para mejorar la resistencia a compresión, flexión y reducir la absorción del agua en el distrito de Tapo, provincia Tarma, departamento de Junín. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/667807>
- Jaramillo Suárez, H. E. (2017). *Resistencia de materiales: algunos temas especiales (Segunda edición)*. Autónoma de Occidente.
- Londono Diaz, W. (2022). *Manual de arqueología del norte de Colombia*. Editorial Unimagdalena.

- López Romero, J. M. (2014). *Transformación de materiales termoplásticos. QUIT0209*. IC Editorial.
- Medeiros, J. (2018). Correlación entre la absorción de agua, la resistividad eléctrica y la resistencia a la compresión del hormigón con diferentes contenidos de puzolana. Alconpat. Obtenido de https://www.redalyc.org/journal/4276/427657986009/427657986009_1.pdf
- Miravete de Marco, A. (2021). *Los nuevos materiales en la construcción*. Reverte.
- Navarro Mendoza, E. G., Alonso Guzman, E. M., & Sanchez Calvillo, A. (2019). Estabilización de suelos arcillosos con cal para firmes y blocks - 19º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra / VII Volver a la Tierra. *Researchgate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/352665023_Estabilizacion_de_suelos_arcillosos_con_cal_para_firmes_y_blocks_-_19_Seminario_Iberoamericano_de_Arquitectura_y_Construccion_con_Tierra_VII_Volver_a_la_Tierra
- Norma E.080. (2017). Diseño y construcción con tierra reforzada. Instituto de la construcción y gerencia. Obtenido de https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/E_080.pdf
- Olivella Pastallé, S. (2001). *Mecánica de suelos. Problemas resueltos*. Edicions de la UPC, S.L.
- Ordoñez Yaurimo, A., & Contreras Belzusarri, F. (2021). Parámetros de resistencia mecánica de muros de tapial con un % en volumen de adición de tallos de cebada, Yauli - Huancavelica, 2021. Universidad Continental. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/12338/4/IV_FIN_105_TE_Ordinez_Contreras_2021.pdf

- Osorio, J. D. (2022). Hidratación del concreto: agua de curado y agua de mezclado. *360 en concreto*. Obtenido de <https://360enconcreto.com/blog/detalle/hidratacion-del-concreto-agua-de-curado-y-agua-de-mezclado/>
- Palacios Cano, T. M. (2022). Aplicación de extracto de cabuya azul (Agave salmiana) en el recubrimiento de fresas para su conservación en refrigeración. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Obtenido de <https://repositorio.unas.edu.pe/items/bf7dcb7d-6f78-4bf5-b6ae-0ab55364777d>
- Payá Peinado, M. (2007). *Aislamiento térmico y acústico*. Ceac.
- Pérez Sánchez, D. A., & Bartra Gómez, J. (2020). Propiedades sismo resistentes del tapial y la quincha: Arquitectura vernácula sostenible. *Ciencia latina*. Obtenido de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/181>
- Pérez, F. (18 de July de 2023). *Ladrillo ecológico: Identifica los tipos y sus ventajas*. Recuperado el 13 de April de 2024, de Cementos Torices: <https://cementostorices.com/blog/construccion/ladrillo-ecologico/>
- Quezada Lucio, N. (2010). *Metodología de la investigación: estadística aplicada en la investigación*. Editorial Macro.
- Quispe Guerrero, O. (2019). Características mecánicas de tapial elaborados con fibras de caña de azúcar, distrito de Bagua Grande, región Amazonas en el 2018. Universidad César Vallejo. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_240d8f6e4593982b3bbca48e1217ba0a
- Robert, N. (2020). *Que Son los Recursos Naturales?* Rosen Publishing Group.
- Rojas Molina, M. (2023). Caracterización física y mecánica de los ladrillos de tierra comprimida estabilizados con cemento. Universidad Señor de Sipán. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11164>

- Romero, E. (2012). *Desarrollo sostenible: Hacia la sostenibilidad ambiental*. (E. Romero, Ed.) Produmedios.
- Roux Gutiérrez, R. S. (2011). *Btc Estabilizado Con Cpo Al 6% Y Refuerzo de Fibra de Coco, en Muros*. Editorial Academica Espanola.
- Salas Cotrina, L. (2023). Evaluación de las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico elaborado con arcillas de la ciudad de Jaén, 2022. Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <http://190.116.36.86/handle/20.500.14074/5978>
- Samaniego Galindo, C. E., & Sarmiento Moscoso, N. (2019). Evaluación de tapial estabilizado con cemento ante la adición de aditivos comerciales. Universidad de Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/077a0bc5-bd4d-4cc1-9c9f-682a79625211>
- Sanchez Castillo, J., & Vasquez Abanto, J. (2019). Comparación de las propiedades físicas y mecánicas de un ladrillo de tierra comprimida cocido en horno artesanal e industrial, Trujillo 2019. Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22451>
- Soto, G., & Sánchez, L. (2017). Estudio comparativo de la resistencia a la compresión, absorción y dimensionamiento del ladrillo rafón producido en Quimistán, Chamelecón Y Florida, Honduras. *Innovare ciencia y tecnología*. Obtenido de <https://www.unitec.edu/innovare/published/volume-6/number-1/616-estudio-comparativo-de-la-resistencia-a-la-compresion-absorcion-y-dimensionamiento-del-ladrillo-rafon-producido-en-quimistan-chamelecon-y-florida-honduras.pdf>
- Toneu García-Carreño, L. (2020). Bloques de tierra comprimida. Estudio y optimización de prototipo para su comercialización. Universidad Politécnica de Cartagena. Obtenido de <https://repositorio.upct.es/handle/10317/8711>

Vargas Arevalo, M. G. (2023). Adición de fibras de bombonaje en tapiales para mejorar su comportamiento mecánico en el distrito de Tocache – San Martín – 2022. Universidad de Huánuco. Obtenido de <https://repositorio.udh.edu.pe/handle/20.500.14257/3957>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Tacuchi Anco, C. (2025). *Influencia del extracto de cabuya en la resistencia a la compresión y capacidad de absorción del tapial en la localidad de Huayocoto – Huánuco – 2024* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 1357-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 18 de junio de 2024

Visto, el Oficio N° 954-2024-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"INFLUENCIA DEL EXTRACTO DE CABUYA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL TAPIAL EN LA LOCALIDAD DE HUAYOCOTO – HUÁNUCO – 2024"**, presentado por el (la) Bach. **Christian Bryan TACUCHI ANCO**.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 0015-2024-D-FI-UDH, de fecha 19 de enero de 2024, perteneciente al Bach. **Christian Bryan TACUCHI ANCO** se le designó como ASESOR(A) al Mg. Jose Wicley Tuanama Lavi, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 954-2024-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"INFLUENCIA DEL EXTRACTO DE CABUYA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL TAPIAL EN LA LOCALIDAD DE HUAYOCOTO – HUÁNUCO – 2024"**, presentado por el (la) Bach. **Christian Bryan TACUCHI ANCO**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza (Presidente) y Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcántara (Secretario) y Mg. Juan Carlos Barboza Quispe (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - **APROBAR**, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: **"INFLUENCIA DEL EXTRACTO DE CABUYA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL TAPIAL EN LA LOCALIDAD DE HUAYOCOTO – HUÁNUCO – 2024"**, presentado por el (la) Bach. **Christian Bryan TACUCHI ANCO** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Johana Monzon Lozano
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
DECANO
Mg. Bertha Campos Rios
DECANA(E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BC/R/EJ/ML/mto.

ANEXO 2

RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 0015-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 19 de enero de 2024

Visto, el Oficio N° 013-2024-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 409231-0000003783, del Bach. **Christian Bryan TACUCHI ANCO**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (Tesis).

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 409231-0000003783, presentado por el (la) Bach. **Christian Bryan TACUCHI ANCO**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone al Mg. Jose Wicley Tuanama Lavi, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DESIGNAR, como Asesor de Tesis del Bach. **Christian Bryan TACUCHI ANCO** al Mg. Jose Wicley Tuanama Lavi, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo. - El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Ing. Ethel Ibarra Montano Lozano
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Mat. y Reg. Acad. - Interesado - Archivo.
BLCR/EJML/mto.

ANEXO 3

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “INFLUENCIA DEL EXTRACTO DE CABUYA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL TAPIAL EN LA LOCALIDAD DE HUAYOCOTO – HUÁNUCO – 2024”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Metodología	
							Especificaciones	Tipo de investigación:
Problemas generales ¿De qué manera influye el extracto de cabuya en la resistencia a la compresión y capacidad de absorción del tapial en la localidad de Huayocoto, Huánuco - 2024?	Objetivos generales Determinar la influencia del extracto de cabuya en la resistencia a la compresión y capacidad de absorción del tapial en la localidad de Huayocoto, Huánuco – 2024	Hipótesis Generales HG: El extracto de cabuya influye de manera significativa en la resistencia a la compresión y capacidad de absorción del tapial en la localidad de Huayocoto, Huánuco – 2024.	Independiente X1: El extracto de cabuya	• Dosificación del extracto de cabuya a los 10 días	• Al 100% del peso del agua (Lts)	• Lts.	• NTP CE.020	Nivel de investigación: El tipo de investigación será APLICADA. Nivel de investigación: El alcance o nivel de la investigación es el nivel Explicativo, ya que pondremos a prueba la hipótesis El enfoque de la investigación: Es cuantitativo, debido a que nos sumergimos en la recolección de datos numéricos Diseño de la investigación: La presente investigación tomará un diseño Cuasi-Experimental. Técnica de recolección de datos: Técnicas e instrumentos: Observación directa – Fichas de laboratorio. Procesamiento de datos: Hojas Excel.
				• Dosificación del extracto de cabuya a los 10 días	• Al 100% del peso del agua (Lts)	• Lts	• NTP CE.020	
				• Dosificación del extracto de cabuya a los 10 días	• Al 100% del peso del agua (Lts)	• Lts	• NTP CE.020	
Problemas específicos ¿Cuál es la influencia de 10 días de reposo del extracto de cabuya en la resistencia a la compresión del tapial? ¿Cuál es la influencia de 15 días de reposo del extracto de cabuya en la resistencia a la compresión del tapial? ¿Cuál es la influencia de 20 días de reposo del extracto de cabuya en la resistencia a la compresión del tapial? ¿Cuál es la influencia de 10 días de reposo del extracto de cabuya en la capacidad de absorción del tapial? ¿Cuál es la influencia de 15 días de reposo del extracto de cabuya en la capacidad de absorción del tapial? ¿Cuál es la influencia de 20 días de reposo del extracto de cabuya en la capacidad de absorción del tapial?	Objetivos específicos Determinar la influencia de la adición del extracto de cabuya reposado 10 días en la resistencia a la compresión del tapial Determinar la influencia de la adición del extracto de cabuya reposado 15 días en la resistencia a la compresión del tapial Determinar la influencia de la adición del extracto de cabuya reposado 20 días en la resistencia a la compresión del tapial Determinar la influencia de la adición del extracto de cabuya reposado 10 días en la capacidad de absorción del tapial Determinar la influencia de la adición del extracto de cabuya reposado 15 días en la capacidad de absorción del tapial Determinar la influencia de la adición del extracto de cabuya reposado 20 días en la capacidad de absorción del tapial	Hipótesis específicas HE1: La adición del extracto de cabuya de 10 días de reposo tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del tapial HE2: La adición del extracto de cabuya de 15 días de reposo tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del tapial HE3: La adición del extracto de cabuya de 20 días de reposo tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del tapial HE4: La adición del extracto de cabuya de 10 días de reposo tiene un efecto significativo en la capacidad de absorción del tapial HE5: La adición del extracto de cabuya de 15 días de reposo tiene un efecto significativo en la capacidad de absorción del tapial HE6: La adición del extracto de cabuya de 20 días de reposo tiene un efecto significativo en la capacidad de absorción del tapial	Dependiente Y1: Resistencia a la compresión y capacidad de absorción del tapial	• Resistencia a la compresión 10 días de reposo	• Resistencia a la compresión	• Kg/cm2	• E080/ASTM C67	
				• Resistencia a la compresión 15 días de reposo	• Resistencia a la compresión	• Kg/cm2	• E080/ASTM C67	
				• Resistencia a la compresión 20 días de reposo	• Resistencia a la compresión	• Kg/cm2	• E080/ASTM C67	
				• Capacidad de absorción del tapial con 10 días de reposo	• Porcentaje de absorción	• %	• E080/ASTM C67	
				• Capacidad de absorción del tapial con 15 días de reposo	• Porcentaje de absorción	• %	• E080/ASTM C67	
				• Capacidad de absorción del tapial con 20 días de reposo	• Porcentaje de absorción	• %	• E080/ASTM C67	

ANEXO 4

INSTRUMENTO DE RECOJO DE DATOS

Certificado de calidad



CERTIFICADO DE CALIDAD

El equipo identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.

NOMBRE DEL PRODUCTO: PRENSA DE CONCRETO.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO: La máquina de prueba de compresión hidráulica se utiliza para la prueba de compresión de hormigón y otros materiales de construcción, carga manual, visualización digital del valor de la presión y la relación de carga.

CARACTERÍSTICAS:

Carga manual, Cubierta protectora

Capacidad de carga máxima: 2000 kN

Espacio de compresión: 360 mm

Carrera del pistón: 120 mm

Tamaño de las placas de compresión superiores: 300 mm

Tamaño de las placas de compresión inferiores: 300 mm

Dimensión (marco de carga: 900×400×1250 mm

Energía: 220V, 50Hz /60Hz, 1.3kW

MODELO: STYE-2000

SERIE: 221165

FECHA: 22/03/2024


Aprobado: Amed Castillo
Control de Calidad



Tel: +51 522 0723
Cel: 945 183 033
945 181 317 / 970 055 989



ventas@pys.pe
apozo@pys.pe
www.pys.pe



Calle 4, Mz. F1 Lt. 5
Urb. Virgen del Rosario - Lima 31



Granulometría de la muestra de suelo



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Granulometría de la muestra de suelo

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

INFLUENCIA DEL EXTRACTO DE CABUYA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL TAPIAL EN LA LOCALIDAD DE HUAYOCOTO -
HUÁNUCO - 2024

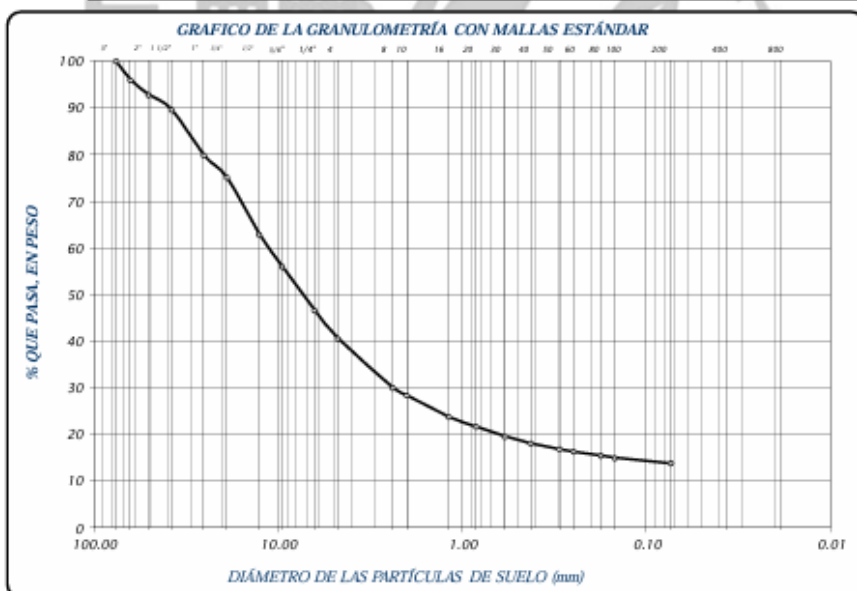
PROYECTO

UBICACIÓN : HUAYOCOTO - HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. TACUCHI ANCO, Christian Bryan

FECHA : DICIEMBRE DEL 2024

										TAMAÑO MÁXIMO		
		TAMANO Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	menor tamaño (mm)	menor área (cm²)	porcentaje de la masa (gr)		
P R O Y E C T O	U B I C A C I O N	S O L I C I T A	F E C H A	3"	76.200			100.00	6050	5729	214	
				DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA								
				Material está de partículas gruesas con fines equivalentes a:								
				86.31%								
				LÍMITES DE CONSISTENCIA								
				Límite Líquido = 27.02								
				Límite Plástico = 24.32								
				Índice Plástico = 2.70								
				Coeficiente de Curvatura = N.P.								
				Coeficiente de Uniformidad = N.P.								
P R O Y E C T O	U B I C A C I O N	S O L I C I T A	F E C H A	ARENA GRUESA				CLASIFICACION				
				No. 8 2.500 594.8 10.72 70.14 29.86				USCS : GM				
				No. 10 2.000 89.0 1.41 71.75 28.25				LÍMITE : A-1-a (0)				
				No. 40 1.190 252.8 4.37 76.32 23.68				OBSERVACIONES				
				No. 20 0.840 118.8 2.14 78.46 21.54				% de grava = 58.42%				
				No. 10 0.590 111.8 2.01 80.47 19.53				% de arena = 26.89%				
				No. 40 0.426 86.0 1.58 82.03 17.97				% de limo y arcilla = 11.69%				
				No. 50 0.297 69.0 1.25 83.28 16.72				% de humedad = 5.82%				
				No. 60 0.250 29.0 0.33 83.81 16.19								
				No. 80 0.177 45.0 0.82 84.62 15.38								
P R O Y E C T O	U B I C A C I O N	S O L I C I T A	F E C H A	No. 200 0.075 21.0 0.45 85.00 14.92								
				No. 200 0.075 68.0 1.21 86.31 13.69								
				GRANULOMETRÍA 0.000 755.00 11.69 100.00 0.00								
TOTAL				5515.88	100.00							



MONTAÑA
AGUIÑO GARCIA KEVIN JOEL
TIC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Jucuito Flores Paredes
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

Límites de consistencia de la muestra de suelo



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Límites de consistencia de la muestra de suelo

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : INFLUENCIA DEL EXTRACTO DE CABUYA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL TAPIAL EN LA LOCALIDAD DE HUAYOCOTO – HUÁNUCO – 2024

UBICACIÓN : HUAYOCOTO – HUÁNUCO

SOLICITA : BACH. TACUCHIANCO, Christian Bryan

FECHA : DICIEMBRE DEL 2024

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

N° DE GOLPES	17	24	27	49
Suelo Humedo + Tacto	74.86	82.44	79.41	82.11
Suelo seco + Tacto	66.48	73.43	71.04	73.98
Peso de Tacto	36.79	40.26	39.69	41.49
Peso del Agua	8.38	9.01	8.37	8.13
Peso de Suelo Seco	29.69	33.17	31.35	32.49
HUMEDAD %	28.22	27.16	26.70	25.02

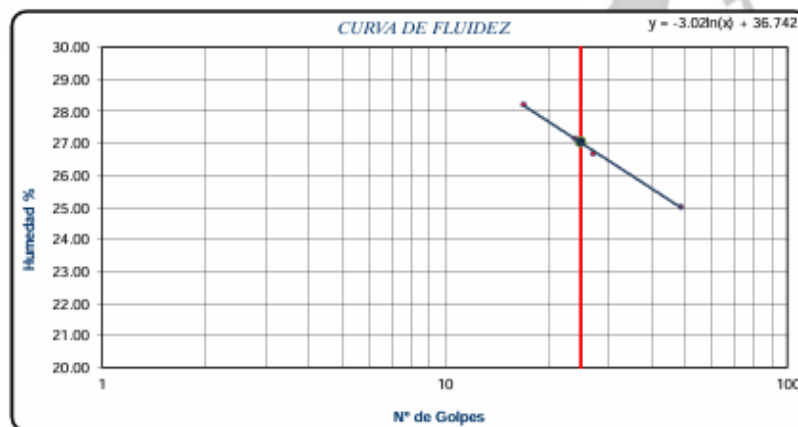
LÍMITE LÍQUIDO : 27.02

LÍMITE PLÁSTICO : 24.32

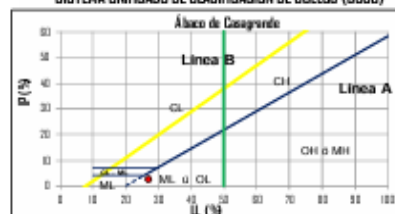
ÍNDICE PLÁSTICO : 2.70

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

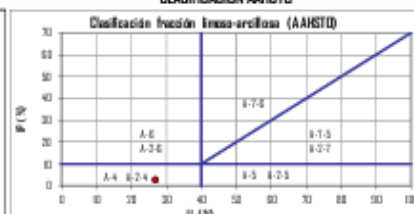
MUESTRA	01	02	03
Suelo Humedo + Tacto	29.62	29.51	28.85
Suelo seco + Tacto	28.54	28.52	27.04
Peso de Tacto	22.98	23.01	21.95
Peso del Agua	1.08	0.99	1.81
Peso de Suelo Seco	5.56	5.51	5.09
HUMEDAD %	19.42	17.97	35.56



SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHO



AQUINO GARCIA KEVIN JOHEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Jacinto Polanco Parodi
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 210968

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

Diseño de mezcla de los ladrillos comprimidos

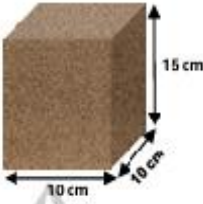


MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Diseño de mezcla de los tapiales.

PROYECTO:	:	INFLUENCIA DEL EXTRACTO DE CABUYA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL TAPIAL EN LA LOCALIDAD DE HUAYOCOTO – HUÁNUCO – 2024
SOLICITA:	:	BACH. TACUCHI ANCO, Christian Bryan
FECHA:	:	DICIEMBRE DEL 2024

DISEÑO DE MEZCLA DE LA MUESTRA DE TAPIAL				
				
PESC SECO DE MUESTRA	1	2.732 kg		
PESC SECO DE MUESTRA	15	40.980 kg		
AGUA	20%	1	0.545 lt	
		15	8.195 lt	
EXTRACTO DE CABUYA	10 DÍAS DE REPOSO		0.5464 kg	
			8.1960 kg	
	15 DÍAS DE REPOSO		0.5464 kg	
			8.1960 kg	
	20 DÍAS DE REPOSO		0.5464 kg	
			8.1960 kg	



Kevin Joel Aquino García
KING GARCIA KEVIN JOEL
ING. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Semirad Juvenal Polanco Paredes
Ing. Semirad Juvenal Polanco Paredes
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 219968

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

Ensayo de absorción de la tierra comprimida (Patrón)

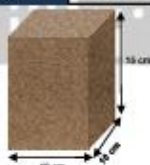


Resultado del ensayo de la capacidad a la absorción de los tapiales (Patrón).

MONTAÑA LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS			
ABSORCIÓN			
ENSAYO	ABSORCIÓN		
NORMA	NTP E.080/ASTM C67		
PROYECTO	INFLUENCIA DEL EXTRACTO DE CABUYA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL TAPIAL EN LA LOCALIDAD DE HUAYOCOTO - HUÁNUCO - 2024		
SOLICITA	BACH. TACUCHI ANCO, Christian Bryan	FECHA DE ENSAYO	13/12/2024

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{\text{Peso saturado} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

ESPÉCIMEN N°	DESCRIPCIÓN	PESO			ABSORCIÓN (%)
		Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)	Peso Saturado 5 h (gr)	
L-01	PATRÓN	3.166.00	2.986.00	3.273.00	9.61
L-02	PATRÓN	3.075.00	2.875.00	3.152.00	9.63
L-03	PATRÓN	3.013.00	2.863.00	3.139.00	9.64
L-04	PATRÓN	3.984.00	2.952.00	3.237.00	9.65
L-05	PATRÓN	3.102.00	2.832.00	3.103.00	9.57
L-06	PATRÓN	3.049.00	2.849.00	3.120.00	9.51
L-07	PATRÓN	3.003.00	2.823.00	3.095.00	9.64
L-08	PATRÓN	3.021.00	2.841.00	3.114.00	9.61
L-09	PATRÓN	3.091.00	2.945.00	3.227.00	9.58
L-010	PATRÓN	3.028.00	2.828.00	3.100.00	9.62
L-011	PATRÓN	3.958.00	2.839.00	3.113.00	9.65
L-012	PATRÓN	3.120.00	2.970.00	3.256.00	9.63
L-013	PATRÓN	3.034.00	2.854.00	3.128.00	9.60
L-014	PATRÓN	3.082.00	2.882.00	3.158.00	9.58
L-015	PATRÓN	3.073.00	2.893.00	3.172.00	9.64
PROMEDIO					9.61
ABSORCIÓN (máx. %)					10



MONTAÑA



Ing. Semiriel Juvenal Polanco Paredes
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

Ensayo de absorción de los tapiales con adición del extracto de cabuya reposado 10 días



MONTAÑA
 LABORATORIO DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTOS



Resultado del ensayo de la capacidad a la absorción de los tapiales con 10 días de reposo del extracto de cabuya.



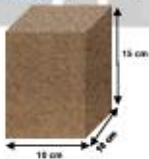
MONTAÑA
 LABORATORIO DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

ABSORCIÓN

ENSAYO	ABSORCIÓN		
NORMA	NTP E.080/ASTM C67		
PROYECTO	INFLUENCIA DEL EXTRACTO DE CABUYA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL TAPIAL EN LA LOCALIDAD DE HUAYOCOTO - HUÁNUCO - 2024		
SOLICITA	BACH. TACUCHI ANCO, Christian Bryan	FECHA DE ENSAYO	13/12/2024

$$Absorción (\%) = \frac{Peso_{saturado} - Peso_{seco}}{Peso_{seco}} \times 100$$

ESPÉCIMEN N°	DESCRIPCIÓN extracto de cabuya	PESO			ABSORCIÓN (%)
		Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)	Peso Saturado 5 h (gr)	
L-01	10 días de reposo	2.901.000	2.721.00	2.951.00	8.45
L-02	10 días de reposo	2.898.000	2.718.00	2.947.00	8.43
L-03	10 días de reposo	2.919.000	2.739.00	2.969.00	8.40
L-04	10 días de reposo	2.924.000	2.744.00	2.975.00	8.42
L-05	10 días de reposo	2.917.000	2.737.00	2.968.00	8.44
L-06	10 días de reposo	2.916.000	2.736.00	2.966.00	8.41
L-07	10 días de reposo	2.901.000	2.701.00	2.930.00	8.48
L-08	10 días de reposo	2.926.000	2.746.00	2.978.00	8.45
L-09	10 días de reposo	2.914.000	2.714.00	2.943.00	8.44
L-010	10 días de reposo	2.918.000	2.738.00	2.970.00	8.47
L-011	10 días de reposo	2.922.000	2.742.00	2.973.00	8.42
L-012	10 días de reposo	2.905.000	2.705.00	2.933.00	8.43
L-013	10 días de reposo	2.906.000	2.726.00	2.955.00	8.40
L-014	10 días de reposo	2.902.000	2.722.00	2.951.00	8.41
L-015	10 días de reposo	2.921.000	2.741.00	2.973.00	8.46
PROMEDIO					8.43
ABSORCIÓN (máx. %)					10



MONTAÑA



MONTAÑA
 AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

[Signature]
Ing. Samuel Jacinto Polanco Pardeave
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP. N° 218968

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111
 Tel. 953246654

Ensayo de absorción de los tapiales con adición del extracto de cabuya reposado 15 días



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Resultado del ensayo de la capacidad a la absorción de los tapiales con 15 días de reposo del extracto de cabuya.



MONTAÑA

ABSORCIÓN

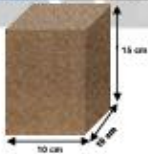
ENSAYO	ABSORCIÓN		
NORMA	NTP E.080/ASTM C67		
PROYECTO	INFLUENCIA DEL EXTRACTO DE CABUYA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL TAPIAL EN LA LOCALIDAD DE HUAYOCOTO - HUÁNUCO - 2024		
SOLICITA	BACH. TACUCHI ANCO, Christian Bryan	FECHA DE ENSAYO	13/12/2024

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{\text{Peso}_{\text{saturado}} - \text{Peso}_{\text{seco}}}{\text{Peso}_{\text{seco}}} \times 100$$

ESPECÍMEN N°	DESCRIPCIÓN extracto de cabuya	PESO			ABSORCIÓN (%)
		Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)	Peso Saturado 5 h (gr)	
L-01	15 días de reposo	2,996.00	2,796.00	3,015.00	7.83
L-02	15 días de reposo	3,039.00	2,859.00	3,085.00	7.90
L-03	15 días de reposo	2,992.00	2,812.00	3,032.00	7.82
L-04	15 días de reposo	2,927.00	2,727.00	2,941.00	7.85
L-05	15 días de reposo	2,970.00	2,770.00	2,987.00	7.83
L-06	15 días de reposo	3,038.00	2,858.00	3,084.00	7.91
L-07	15 días de reposo	2,946.00	2,746.00	2,963.00	7.90
L-08	15 días de reposo	2,933.00	2,733.00	2,948.00	7.87
L-09	15 días de reposo	2,948.00	2,748.00	2,964.00	7.86
L-010	15 días de reposo	3,012.00	2,832.00	3,064.00	7.94
L-011	15 días de reposo	3,004.00	2,824.00	3,048.00	7.93
L-012	15 días de reposo	2,985.00	2,785.00	3,006.00	7.94
L-013	15 días de reposo	2,986.00	2,806.00	3,027.00	7.88
L-014	15 días de reposo	3,006.00	2,826.00	3,047.00	7.82
L-015	15 días de reposo	2,991.00	2,791.00	3,010.00	7.85
PROMEDIO					7.87

ABSORCIÓN (máx. %)

10



MONTAÑA

MONTAÑA
AGUIÑO GARCIA KEVIN INOEL
TÉC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Jacinto Polanco Parado
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111
Tel. 953246654

Ensayo de absorción de los tapiales con adición del extracto de cabuya reposado 20 días



MONTAÑA
 LABORATORIO DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

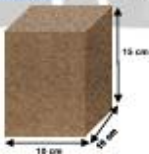


Resultado del ensayo de la capacidad a la absorción de los tapiales con 20 días de reposo del extracto de cabuya.

MONTAÑA ABSORCIÓN			
ENSAYO	ABSORCIÓN		
NORMA	NTP E.080/ASTM C67		
PROYECTO	INFLUENCIA DEL EXTRACTO DE CABUYA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL TAPIAL EN LA LOCALIDAD DE HUAYOCOTO - HUÁNUCO - 2024		
SOLICITA	BACH. TACUCHE ANCO, Christian Bryan	FECHA DE ENSAYO	13/12/2024

$$Absorción (\%) = \frac{Peso_{saturado} - Peso_{seco}}{Peso_{seco}} \times 100$$

ESPÉCIMEN N°	DESCRIPCIÓN extracto de cabuya	PESO			ABSORCIÓN (%)
		Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)	Peso Saturado 5 h (gr)	
L-01	20 días de reposo	2,694.00	2,764.00	2,957.00	8.21
L-02	20 días de reposo	2,974.00	2,774.00	2,947.00	8.24
L-03	20 días de reposo	3,013.00	2,813.00	2,989.00	8.26
L-04	20 días de reposo	3,005.00	2,805.00	2,981.00	8.27
L-05	20 días de reposo	2,939.00	2,739.00	2,911.00	8.28
L-06	20 días de reposo	3,000.00	2,800.00	2,976.00	8.29
L-07	20 días de reposo	3,032.00	2,832.00	3,029.00	8.21
L-08	20 días de reposo	3,022.00	2,822.00	2,997.00	8.20
L-09	20 días de reposo	2,948.00	2,748.00	2,919.00	8.22
L-010	20 días de reposo	2,967.00	2,767.00	2,940.00	8.25
L-011	20 días de reposo	3,039.00	2,839.00	3,015.00	8.20
L-012	20 días de reposo	3,020.00	2,820.00	2,996.00	8.24
L-013	20 días de reposo	2,996.00	2,796.00	2,970.00	8.22
L-014	20 días de reposo	2,956.00	2,756.00	2,928.00	8.28
L-015	20 días de reposo	3,035.00	2,835.00	3,011.00	8.21
PROMEDIO					8.24
ABSORCIÓN (máx. %)					10



MONTAÑA



AQUINO GARCIA KEVIN ROEL
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Jacinto Polanco Pardeave
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP. N° 218958

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los tapiales (Patrón).



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los tapiales (Patrón).

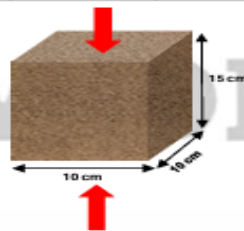
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE TAPIALES
NORMA:	DISÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA E. 080
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL EXTRACTO DE CABUYA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL TAPIAL EN LA LOCALIDAD DE HUAYOCOTO – HUÁNUCO – 2024
SOLICITA:	BACH. TACUCHI ANCO, Christian Bryan
FECHA:	DICIEMBRE DEL 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				f _c
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm ²)	
M-1	PATRON	17/11/2024	15/12/2024	28 días	13.60 kn	1,386.79 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	13.87 kg/cm ²
M-2	PATRON	17/11/2024	15/12/2024	28 días	13.69 kn	1,395.97 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	13.96 kg/cm ²
M-3	PATRON	17/11/2024	15/12/2024	28 días	13.59 kn	1,385.77 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	13.86 kg/cm ²
M-4	PATRON	17/11/2024	15/12/2024	28 días	13.70 kn	1,396.99 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	13.97 kg/cm ²
M-5	PATRON	17/11/2024	15/12/2024	28 días	13.63 kn	1,389.85 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	13.90 kg/cm ²
M-6	PATRON	17/11/2024	15/12/2024	28 días	14.63 kn	1,491.82 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	14.92 kg/cm ²
M-7	PATRON	17/11/2024	15/12/2024	28 días	15.63 kn	1,593.79 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	15.94 kg/cm ²
M-8	PATRON	17/11/2024	15/12/2024	28 días	16.63 kn	1,695.76 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	16.96 kg/cm ²
M-9	PATRON	17/11/2024	15/12/2024	28 días	17.63 kn	1,797.73 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	17.98 kg/cm ²
M-10	PATRON	17/11/2024	15/12/2024	28 días	18.63 kn	1,899.70 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	19.00 kg/cm ²
M-11	PATRON	17/11/2024	15/12/2024	28 días	13.67 kn	1,393.93 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	13.94 kg/cm ²
M-12	PATRON	17/11/2024	15/12/2024	28 días	13.57 kn	1,383.73 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	13.84 kg/cm ²
M-13	PATRON	17/11/2024	15/12/2024	28 días	13.69 kn	1,395.97 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	13.96 kg/cm ²
M-14	PATRON	17/11/2024	15/12/2024	28 días	13.65 kn	1,391.89 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	13.92 kg/cm ²
M-15	PATRON	17/11/2024	15/12/2024	28 días	13.72 kn	1,399.03 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	13.99 kg/cm ²

$$f_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

f_c: Resistencia a la Compresión del adobe
P: Carga Máxima
A: Área de la Superficie de Carga



f'c PROMEDIO 14.93 kg/cm²

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TÉC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Juanito Palcos Pardease
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los tapiales con 20 días de reposo del extracto de cabuya



Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los tapiales con 10 días de reposo del extracto de cabuya.

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE TAPIALES										
NORMA:	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA E. 080										
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL EXTRACTO DE CABUYA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL TAPIAL EN LA LOCALIDAD DE HUAYOCOTO – HUÁNUCO – 2024										
SOLICITA:	BACH. TACUCHI ANCO, Christian Bryan										
FECHA:	DICIEMBRE DEL 2024										
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000										
MUESTRA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				f°
	EXTRACTO DE CABUYA						Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1	10 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	15.30 kn	1,560.14 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	15.60 kg/cm²
M-2	10 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	15.39 kn	1,569.32 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	15.69 kg/cm²
M-3	10 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	15.29 kn	1,559.12 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	15.59 kg/cm²
M-4	10 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	15.40 kn	1,570.34 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	15.70 kg/cm²
M-5	10 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	15.33 kn	1,563.20 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	15.63 kg/cm²
M-6	10 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	16.33 kn	1,665.17 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	16.65 kg/cm²
M-7	10 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	17.33 kn	1,767.14 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	17.67 kg/cm²
M-8	10 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	18.33 kn	1,869.11 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	18.69 kg/cm²
M-9	10 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	19.33 kn	1,971.08 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	19.71 kg/cm²
M-10	10 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	20.33 kn	2,073.05 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	20.73 kg/cm²
M-11	10 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	15.37 kn	1,567.28 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	15.67 kg/cm²
M-12	10 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	15.27 kn	1,557.08 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	15.57 kg/cm²
M-13	10 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	15.39 kn	1,569.32 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	15.69 kg/cm²
M-14	10 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	15.35 kn	1,565.24 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	15.65 kg/cm²
M-15	10 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	15.42 kn	1,572.38 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	15.72 kg/cm²

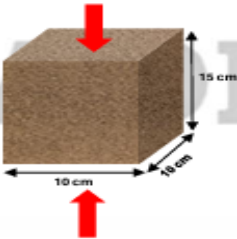
$$f^{\circ} = \frac{P}{A}$$

Donde:

f° : Resistencia a la Compresión del adobe

P : Carga Máxima

A : Área de la Superficie de Carga



f°c PROMEDIO 16.67 kg/cm²

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TIC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Jacinto Polanco Paredes
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los tapiales con 20 días de reposo del extracto de cabuya



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



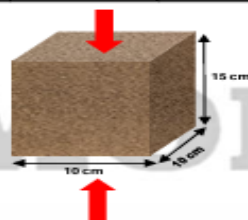
Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los tapiales con 15 días de reposo del extracto de cabuya.

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE TAPIALES										
NORMA:	DISÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA E. 080										
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL EXTRACTO DE CABUYA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL TAPIAL EN LA LOCALIDAD DE HUAYOCOTO – HUÁNUCO – 2024										
SOLICITA:	BACH. TACUCHI ANCO, Christian Bryan										
FECHA:	DICIEMBRE DEL 2024										
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000										
MUESTRA	DESCRIPCIÓN EXTRACTO DE CABUYA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				f_c
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1	15 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	16.70 kn	1,702.90 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	17.03 kg/cm²
M-2	15 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	16.79 kn	1,712.08 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	17.12 kg/cm²
M-3	15 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	16.69 kn	1,701.88 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	17.02 kg/cm²
M-4	15 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	16.80 kn	1,713.10 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	17.13 kg/cm²
M-5	15 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	16.73 kn	1,705.96 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	17.06 kg/cm²
M-6	15 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	17.73 kn	1,807.93 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	18.08 kg/cm²
M-7	15 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	18.73 kn	1,909.90 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	19.10 kg/cm²
M-8	15 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	19.73 kn	2,011.67 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	20.12 kg/cm²
M-9	15 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	20.73 kn	2,113.84 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	21.14 kg/cm²
M-10	15 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	21.73 kn	2,215.61 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	22.16 kg/cm²
M-11	15 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	16.77 kn	1,710.04 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	17.10 kg/cm²
M-12	15 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	16.67 kn	1,699.84 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	17.00 kg/cm²
M-13	15 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	16.79 kn	1,712.08 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	17.12 kg/cm²
M-14	15 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	16.75 kn	1,708.00 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	17.08 kg/cm²
M-15	15 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	16.82 kn	1,715.14 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	17.15 kg/cm²

$$f_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

f_c : Resistencia a la Compresión del adobe
P : Carga Máxima
A : Área de la Superficie de Carga



f'_c PROMEDIO 18.09 kg/cm²

MONTAÑA
ING. AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TÉC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Jacinto Polanco Paredes
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los tapiales con 20 días de reposo del extracto de cabuya



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



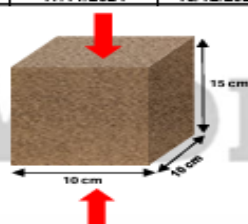
Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los tapiales con 20 días de reposo del extracto de cabuya

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE TAPIALES										
NORMA:	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA E. 080										
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL EXTRACTO DE CABUYA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL TAPIAL EN LA LOCALIDAD DE HUAYOCOTO – HUÁNUCO – 2024										
SOLICITA:	BACH. TACUCHI ANCO, Christian Bryan										
FECHA:	DICIEMBRE DEL 2024										
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000										
MUESTRA	DESCRIPCIÓN EXTRACTO DE CABUYA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				f_c
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1	20 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	18.43 kn	1,879.31 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	18.79 kg/cm²
M-2	20 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	18.52 kn	1,888.48 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	18.88 kg/cm²
M-3	20 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	18.42 kn	1,878.29 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	18.78 kg/cm²
M-4	20 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	18.53 kn	1,889.50 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	18.90 kg/cm²
M-5	20 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	18.46 kn	1,882.37 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	18.82 kg/cm²
M-6	20 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	19.46 kn	1,984.34 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	19.84 kg/cm²
M-7	20 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	20.46 kn	2,086.31 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	20.86 kg/cm²
M-8	20 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	21.46 kn	2,188.28 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	21.88 kg/cm²
M-9	20 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	22.46 kn	2,290.25 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	22.90 kg/cm²
M-10	20 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	23.46 kn	2,392.22 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	23.92 kg/cm²
M-11	20 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	18.50 kn	1,886.45 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	18.86 kg/cm²
M-12	20 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	18.40 kn	1,876.25 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	18.76 kg/cm²
M-13	20 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	18.52 kn	1,888.48 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	18.88 kg/cm²
M-14	20 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	18.48 kn	1,884.41 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	18.84 kg/cm²
M-15	20 DÍAS DE REPOSO	17/11/2024	15/12/2024	28 días	18.55 kn	1,891.54 kg	10.000	10.000	15.000	100.000	18.92 kg/cm²

$$f_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

f_c : Resistencia a la Compresión del adobe
P: Carga Máxima
A: Área de la Superficie de Carga



f'_c PROMEDIO 18.86 kg/cm²

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN RHOEL
TIC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Juvenal Felton Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

ANEXO 5

PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

