

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS
MARINAS Y CASCARILLA DE CAFÉ SOBRE
LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS
DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO –
2025”

Tesis para optar al título profesional de:
INGENIERO CIVIL

Autores:

Omar Saul Bendezu Gutarra
Ingrid Kelly Gamboa Fabian

Asesor:

Ing. Nixon B. Peche Melo

<https://orcid.org/0000-0002-4690-3518>

Trujillo – Perú

2025

JURADO EVALUADOR

Jurado 1	Jvan Javonovic Aguirre
Presidente(a)	Nombre y Apellidos

Jurado 2	Katia Nataly Carrion Rabanal
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	Gonzalo Hugo Diaz Garcia
	Nombre y Apellidos

INFORME DE SIMILITUD



Página 2 de 126 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:3365056600




13% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

▸ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 12%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis, con todo mi amor, a mis hijos, Samantha Katherine y Rodrigo Sebastián, quienes han sido y seguirán siendo la razón de cada uno de mis esfuerzos. Sus risas, su curiosidad y su inmensa capacidad de amar han sido la fuente constante de inspiración en mi vida. Gracias por llenar mis días de amor, dulzura y sentido. Esta meta también es de ustedes

Saúl

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo cariño y admiración a mis padres Carlos Gamboa Rojas y Ingrid Fabian Armas quienes siempre me alentaron a seguir adelante, nunca dejaron de creer en mi y siempre desearon dejarme una carrera para mi futuro, gracias por sus consejos, aliento y motivación; a mi amada hija Sofia Cueva Gamboa quien estuvo conmigo en todo el trayecto de esta nueva aventura siendo mamá y al mismo tiempo estudiando, quien con cada abrazo me daba fuerzas para seguir adelante y no persistir gracias a cada uno de ustedes por formar parte de mi vida y de este logro que también es suyo porque sin su apoyo, amor, y esfuerzo no hubiera sido posible alcanzar esta meta tan anhelada

Ingrid

AGRADECIMIENTO

A lo largo de este camino académico, muchas personas han sido parte fundamental de nuestro crecimiento personal y profesional. Hoy, al culminar esta etapa, queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todos aquellos que, de una u otra manera, hicieron posible la realización de esta tesis.

En primer lugar, agradecemos a Dios, por darnos la fuerza, salud y la perseverancia necesaria para no rendirnos en los momentos difíciles.

A nuestras familias, por su amor, paciencia y apoyo incondicional. Gracias por estar a nuestro lado, aun en la distancia o el silencio, brindándonos la confianza que necesitamos para continuar.

A nuestro asesor de tesis, por su guía, dedicación y valiosos aportes durante el desarrollo de este trabajo. Su compromiso y conocimiento han sido esenciales en este proceso.

A nuestros docentes y compañeros de carrera, por compartir su experiencia, saberes y amistad, enriqueciendo nuestra formación académica y humana.

A todas aquellas personas que, de manera directa o indirecta, aportaron a la culminación de este proyecto, gracias por creer en nosotros.

Este logro es el resultado de esfuerzo, constancia y el amor de quienes nos rodean. A todos ustedes, nuestra gratitud eterna

ÍNDICE GENERAL

JURADO EVALUADOR	1
INFORME DE SIMILITUD	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	9
ÍNDICE DE FIGURAS	10
RESUMEN.....	12
1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Antecedentes.....	17
1.3. Bases teóricas.....	25
1.3.1. Problema general	28
1.3.2. Problemas específicos	28
1.4. Objetivos.....	29
1.4.1. Objetivo general	29
1.4.2. Objetivos específicos.....	29
1.5. Justificación	29
1.6. Hipótesis	32
2. CAPITULO II. METODOLOGÍA.....	33
2.1. Tipo, enfoque y diseño de investigación.....	33
2.1.1. Tipo de investigación	33
2.1.2. Enfoque de la investigación.....	34
2.1.3. Diseño de investigación.....	34
2.2. Población y muestra.....	36

2.2.1.	Población	36
2.2.2.	Muestra	36
2.3.	Operacionalización de variables	37
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	40
2.4.1.	Técnicas de recolección de datos.....	40
2.4.2.	Instrumentos de recolección	40
2.4.3.	Análisis de datos.....	41
2.5.	Procedimiento	41
2.6.	Análisis estadístico de datos	49
2.7.	Aspectos éticos	49
2.7.1.	Ética	49
2.7.2.	Aspectos éticos	50
3.	CAPITULO III. RESULTADOS	51
3.1.	Clasificación del suelo	51
3.2.	Propiedades físicas.....	52
3.3.	Propiedades mecánicas	59
3.4.	Dosificación óptima.....	62
3.5.	Análisis Estadístico de Datos.....	63
4.	CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	69
4.1.	Discusión	69
4.2.	Conclusiones.....	76
	REFERENCIAS	78
	ANEXOS.....	84
	ANEXO 1. Matriz de Consistencia.....	84
	ANEXO 2. Matriz de Operacionalización de Variables.....	86

ANEXO 3. Laboratorio / Ensayos	87
ANEXO 5. Evidencias Fotográficas	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variables y niveles de estudio	35
Tabla 2 Variables dependientes	35
Tabla 3 Distribución bifactorial de la investigación.....	36
Tabla 4 Muestrea de la investigación	37
Tabla 5 Operacionalización de variables.....	38
Tabla 6 Matriz de Consistencia	39
Tabla 7 Caracterización del suelo.....	51
Tabla 8 Ensayo de absorción de agua por capilaridad.....	53
Tabla 9 Ensayo de erosión acelerada SWINBURNE.....	56
Tabla 10 Ensayo de resistencia a la compresión	59
Tabla 11 Información del factor	66
Tabla 12 ANOVA – Absorción capilar	66
Tabla 13 ANOVA – Erosión acelerada por goteo	67
Tabla 14 ANOVA – Resistencia a la compresión	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Dimensiones de adobes	37
Figura 2 Procedimiento experimental	42
Figura 3 Curvas granulométricas del suelo natural	52
Figura 4 Promedios de absorciones de agua por capilaridad.....	55
Figura 5 Promedios de erosiones aceleradas SWINBURNE	58
Figura 6 Promedios de resistencias a la compresión	61
Figura 7 Comparación de propiedades	62
Figura 8 Normalidad en diagrama de cuantiles – Absorción capilar	63
Figura 9 Normalidad en diagrama de cuantiles – Erosión acelerada por goteo	64
Figura 10 Normalidad en diagrama de cuantiles – Resistencia a la compresión	65
Figura 11 Tamizado de ceniza de conchas marinas	117
Figura 12 Tamizado de ceniza de cascarilla de café	117
Figura 13 Suelo natural	118
Figura 14 Ensayo contenido de humedad.....	118
Figura 15 Ensayo análisis granulométrico	119
Figura 16 Ensayo límite líquido	119
Figura 17 Ensayo límite plástico	120
Figura 18 Mezcla de suelo.....	120
Figura 19 Conformado de adobes.....	121
Figura 20 Adobe estabilizado prensado	121

Figura 21 Ensayo erosión acelerada SWINBURNE (SAET)..... 122

Figura 22 Ensayo resistencia a la compresión de adobes 122

RESUMEN

La investigación consistió en mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los adobes elaborados a base de suelo natural, mediante la aplicación de componentes poco convencionales, teniendo como objetivo utilizar ceniza de conchas marinas (CM) y cascarilla de café (CC) para enriquecer las propiedades de los adobes, por ello, se utilizó una metodología experimental del tipo aplicada – explicativa con un enfoque cuantitativo, así como técnicas e instrumentos de recolección de datos como la observación directa, el análisis documental y fichas de observación o protocolos de los ensayos, logrando obtener como resultados un suelo arcilloso de mediana plasticidad según la clasificación SUCS un tipo “CL”, con un absorción capilar de 20.08%, erosión acelerada SWINBURNE con profundidad de picadura de 4.92 mm y resistencia a la compresión de 1.25 MPa, mientras que con la combinación de 6% CM y 10% CC se lograron los valores de 8.34%, 1.80 mm y 3.32 MPa para cada propiedad antes mencionada, pudiendo concluir que, la mezcla de estas cenizas tiene un influencia positiva en el suelo utilizado para elaborar adobes.

Palabras clave: Ceniza de conchas marinas, Ceniza de cascarilla de café, Absorción capilar, Erosión acelerada SWINBURNE y Resistencia a la compresión.

1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Mundialmente, el adobe es uno de los productos más antiguas en el mundo de la construcción, existiendo vestigios en el siglo siete antes de Cristo, así como evidencias en el antiguo Egipto donde las viviendas, nichos, palacios y otras estructuras fueron construidas con adobes de aquella época (Rodrigue), y aun en la actualidad, dicho elemento sigue perdurando por su fácil fabricación, funcionalidad y coste en el mercado industrial (Jiménez, 2020), pero conforme han pasado los años, el adobe a tendido a disminuir su calidad, siendo el clima de algunas zonas el principal causante de su deterioro y descomposición, siendo los climas lluviosos o húmedos, los principales responsable de su erosión (Tejaswini, et al, 2022), del mismo modo, el uso de este producto está limitado a su capacidad para edificar más de 2 niveles, dado que, el adobe no aporta la seguridad necesaria que salvaguardé la vida humana, sin embargo, existen procedimientos constructivos que brindan la confianza al constructor y las personas que residirán en viviendas construidas por adobes, para utilizar este producto (Duarte et al, 2017); por otra parte, el uso de adobes esta influenciado a cubrir necesidades humadas, como la carencia de calor en zonas de climas fríos utilizando adobes con paja, también en zonas con suelos muy plásticos se adiciona arena o gravilla para mejorar su trabajabilidad y tiempo de vida útil, en climas lluviosos se busca la resistencia la intemperie agregando cal o cemento, pero, en los primeros casos como los estabilizantes son materias orgánicas, con el pasar de los años se descompone la pajilla y tiende a aumentar en gran medida su capacidad, los otros materiales solo velan por aumentar la resistencia y descartan cualquier otra necesidad; por ello, el uso de adobes está limitado por diversos factores, desde la exposición a la intemperie hasta el uso de estabilizantes químicos (Concha, Antico y Araya, 2020).

También, en países como Colombia, México o Bolivia, se tiende a edificar viviendas con adobes porque no generan elevados gastos en la construcción y son fáciles de fabricar, dado que, solo se necesita de suelo y agua, en algunos caso arena o confitillo dependiendo del suelo, en otro casos se añade paja, cenizas, fibras u otros para brindar un funcionalidad como mantener el calor dentro de la vivienda o disminuir la acústica externa, pero el adobe al ser un bloque de tierra comprimida no brindar la seguridad ante un sismo ,perdiendo su efectividad y durabilidad, además, este material también es afectado por lluvias, vientos, climas de cada zona y otros factores que perjudican su uso (Cabrera y Huaynate, 2010); aun así, la mayoría de países en América Latina usan el adobe como sistema de construcción, porque es económico construir una vivienda que brinde cierto confort a las personas, esto ocurre por lo general en personas de bajos recursos que no tienen los medios para edificar ni residir en zonas urbanas, como dato extra en estos países se han donado más 6 millones de viviendas prefabricadas a estas personas con la intención de mejorar su calidad de vida (Rossel, 2018); por otra parte, el crecimiento poblacional en la última década ha ido en aumento, ocasionando la creación de nuevos centros poblados, la migración de personas hacia zonas rurales y la necesidad de contar con un techo donde vivir, ha hecho que, las personas opten por el adobe como material de construcción debido a que la materia prima se encuentra en la naturaleza, pero estos ciudadanos, viven con el temor de que sus viviendas colapsen por un sismo o la mala praxis en la construcción al no contar con personal calificado, sumado a los climas inestables por el calentamiento global, la desconfianza y preocupación de las persona va en aumento (Días, 2016).

Del mismo modo, en el Perú la utilización de adobes como sistema constructivo esta aun en vigencia, por lo que, el estado dicta la normativa E 080 para que las personas tengan el conocimiento sobre el uso, criterios, precauciones, refuerzos, entre otra información pertinente al momento de edificar con adobe (Chuya y Ayala, 2018); además, en el último censo realizado en el país, se demostró que más del 23% de viviendas de un total de 44% aproximadamente, emplearon al adobe como material predominante (INEI, 2017), sumado a la diversidad de climatologías en el Perú hacen que el adobe de suelo natural, no sea un material apropiado para edificar, porque al no contar con elementos estructural más que con amarres en los muros, las cargas repercuten directamente en los muros de adobe, pudiendo ocasionar fallar, pérdidas económicas y humanas (Moreira, 2017). Caso específico, Magdalena de Cao es uno de los distritos de Ascope, donde el 74.3% de viviendas son de adobe o tapia de un total de 653 viviendas según el último censo (INEI, 2017), sumada la climatología de la zona, que tiene una humedad del 82% entre los meses de enero y mayo, también las precipitaciones más altas figuran entre diciembre y marzo, respecto a la lluvia, los primeros seis meses se reporta valor de 12.7 mm y en los últimos cuatro meses alcanza 5.08 mm (Weather Spark, 2025), sumado la mala calidad del suelo para utilizarlo en el sector constructivo porque en su mayoría son tierras agrícolas con propiedades volubles al medio ambiente, lo que indica que es un zona perjudicial para las construcciones con adobes.

Por otro lado, los moluscos marinos sobreviven desde hace 500 millones de años, y son un claro ejemplo de resiliencia en el planeta (Barnett, 2022), pero las conchas marinas no son solo siempre recuerdos o regalos que se encuentran en las playas, sino son exoesqueletos que representan más del 95% de estos bivalvos, conteniendo principalmente en su composición química al carbonato de calcio y proteínas (NAMUBAK, 2025); debido a ello, más de 10 millones de toneladas anuales son

considerados como desechos de conchas, las cuales terminan siendo arrojadas al mar o en vertederos, lo que genera un impacto ambiental negativo y modificaciones en un ecosistema ya existente, pudiéndose visualizar en algunos lugares cantidad exorbitantes de este residuo que causan daños irreparables (Topić et al, 2023), del mismo modo, miles de toneladas anuales de este residuo se encuentran en el litoral peruano, un claro ejemplo es lo ocurrido en Casma, donde existe la acuicultura con más de 10 000 toneladas anuales de su producto, cuya descomposición generando malos olores, la presencia de animales roedores y carroñeros, y la posibilidad de transmisión de enfermedades y descontento de la población por el deficiente manejo de estos residuos (Gamarra y Portal, 2018), caso similar ocurre en Trujillo, una de las ciudades principales de la gastronomía marina, cuyos residuos como las conchas marinas no tienen un manejo adecuado, sino que, son arrojadas descontroladamente y acopiadas en los vertederos.

Además, la cascarilla de café, es otro residuo orgánico producto de la síntesis del café, cuya cascarilla no tiene un uso a gran escala, sino es usado como filtrante o material de abono en 5 departamentos del Perú (Cajamarca, Amazonas, San Martín, Ucayali y Cusco) son responsables de más del 70% de producción de café en el territorio nacional (Mendieta, 2022); lo que ocasiona gran cantidad de cascarilla en la industria cafetera teniendo en cuenta que el 50% de la producción de este alimento es cascarilla y como contiene dosis altas de cafeína, alcaloides y poligénicos, esto genera un aporte significativo a la contaminación ambiental (Urrego y Godoy, 2021).

Entonces, debido a la realidad plasmada anteriormente sobre el uso, consecuencias, beneficios o dificultades, así como consecuencias y ventajas del uso de adobes en la construcción, se planteó evaluar la influencia de estabilizantes de origen orgánico sobre las propiedades físicas y mecánicas de un suelo, para poder hallar la combinación óptima de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café.

1.2. Antecedentes

Internacionales

Vázquez, M., Guzman, D. e Iñiguez, J. (2015) realizaron un estudio con el objetivo de mejorar las propiedades de un adobe tradicional y un bloque de tierra comprimido (BTC), mediante la adición de cascara de arroz (CA) y la combinación de cloruro de sodio y cal (CC); utilizando una metodología experimental, que consistió en obtener las propiedades iniciales del suelo usado, la determinación de las dosificaciones de CA en 3%, 6% y 10%, las combinaciones empleadas fueron 3%-2%, 6%-2% y 10%-2%, conformación de adobes y BTC, secado de muestras y la evaluación de sus propiedades físicas y mecánicas; logrando como resultados la resistencia a la compresión 0.518 MPa Y 0.673 MPa en las muestras sin estabilizar, pero con la máxima cantidad de CA fue 2.849 y la mejor combinación resulto 1.048, luego la absorción inicial fue 0%, y las muestras obtuvieron valores máximos de 28% en bloques con CA y 1.708 con la primera combinación, mientras que la humectación inicial fue nula pero en las estabilizadas se logró cumplir con dicha propiedad; pudiendo concluir que, las adición de CA y CC muestras mejora en el análisis de sus tres propiedades, demostrando que a mayor cantidad de estabilizantes se mejora en gran medida la compresión, absorción y humectación.

Quiteño, A. (2015) realizó un estudio con el objetivo de evaluar la influencia de la cal en adobes fabricados en el departamento de Ahuchapán; utilizando una metodología experimental, que consistió en la obtención de cuatro tipos de insumos obtenidos del banco de materiales de la Municipio de San Lorenzo, luego se caracterizó el material y se añadió 4%, 5%, 6% y 7% de cal para evaluar sus propiedades finales; logrando como resultados la clasificación de suelos como “SM” de resistencia 0.69 kg/cm², “SC” con 0.99 kg/cm², “CL” de 3.12 kg/cm² y “CH” con 4.52 kg/cm², para el primero la resistencia

máxima reportada fue 4.12 kg/cm^2 , para el segundo suelo fue 6.82 kg/cm^2 , en el tercero alcanzó 13.31 kg/cm^2 y el último 13.33 kg/cm^2 con el 7% de cal cada una; pudiendo concluir que, independientemente del tipo de suelo, la resistencia a la compresión aplicando dosificación de cal, se incrementa considerablemente debido a este producto.

Dao, K. et al. (2018) realizaron un estudio con el objetivo de analizar el comportamiento térmico, hídrico y mecánico de adobes con diversas adiciones de cemento, en base a sus propiedades iniciales y finales; utilizando una metodología experimental, que consistió en obtener el material y clasificarlo, posteriormente se dosificó el cemento al 2%, 4%, 8% y 12% en peso respecto al suelo, seguido se elaboró los adobes y se dejó secar para determinar sus propiedades; logrando como resultados la conductividades térmicas de $1.1 \text{ W/(m}\cdot\text{k)}$, $0.95 \text{ W/(m}\cdot\text{k)}$, $0.9 \text{ W/(m}\cdot\text{k)}$, $1.2 \text{ W/(m}\cdot\text{k)}$ y $1.4 \text{ W/(m}\cdot\text{k)}$, los coeficientes de absorción fueron $0.25 \text{ kg/m}^2\cdot\text{s}^{0.5}$, $0.49 \text{ kg/m}^2\cdot\text{s}^{0.5}$, $0.52 \text{ kg/m}^2\cdot\text{s}^{0.5}$, $0.47 \text{ kg/m}^2\cdot\text{s}^{0.5}$ y $0.46 \text{ kg/m}^2\cdot\text{s}^{0.5}$, mientras que las resistencias a la flexión resultaron 1.1 MPa , 1.2 MPa , 1.3 MPa , 1.4 MPa y 1.5 MPa , siendo las resistencias a la compresión valores de 2.6 MPa , 2.8 MPa , 2.9 MPa , 3.0 MPa y 3.2 MPa ; pudiendo concluir que, la utilización del cemento como agente estabilizador de adobes tiene un efecto positivo en sus propiedades físicas y mecánicas.

Moreira, J. (2017) realizaron un estudio con el objetivo de hallar el efecto de la cascarilla de arroz, cemento, cal y arena en las viviendas ubicadas en el Municipio San Isidro – Sebaco – Matagalpa; utilizando una metodología experimental, que consistió en realizar combinaciones de cemento (CE), cal (C) y arena (AR) con el 5%, 7%, 9% y 11% de cascarilla de arroz (CA) para determinar la mezcla óptima para la elaboración de adobes y su posterior análisis de compresión; logrando como resultados en la combinación CA – CE – C un valor máximo promedio de 22.21 kg/cm^2 (11% CA);

pudiendo concluir que, la cascarilla de arroz en ceniza tiene un impacto positivo en los adobes tradicionales.

Paredes, F. y De la Cruz, G. (2017) realizaron un estudio con el objetivo de determinar la influencia de materiales naturales y artificiales en mezclas utilizada para la fabricación de adobes mediante la evaluación de la resistencia a la compresión; utilizando una metodología experimental, que consistió en extraer y adquirir las materias primas, tipificar el suelo y dosificarlo con 5%, 10%, 15% y 20% de cascarilla de arroz (CA), paja de paramo (PP), fibra de coco (FC) y 20% fibra de coco catalizado (FCC); logrando como resultados 4.06 MPa de resistencia a la compresión para el suelo natural, mientras que los máximos valores de esta propiedad se obtuvieron al adicionar 5% CA con 3.74 MPa, 3.85 MPa con 10% PP, 4.90 MPa con FC y FCC se reportó 3.14 MPa al 5%; pudiendo concluir que, los 4 materiales empleados para el estudio, solo la fibra de coco tiene un efecto ligeramente positivo.

Dormohamadi, M. y Rahimnia, R. (2020) realizaron un estudio con el objetivo de evaluar el efecto de la adición de arcilla y la compactación en adobes mediante el análisis de sus propiedades mecánicas; utilizando una metodología experimental, que consistió en caracterizar las materias primas para dosificar al suelo con arcilla seca fina, luego se fabricó probetas prismáticas para la resistencia a la flexión, probetas cubicas para la resistencia a la compresión y probetas especiales para la resistencia a la tracción; logrando como resultado tener 5 tipos de suelos con dosificaciones mayor al 30% de arcilla, y con valor en mejora de compresión superiores al 60%, en la tracción el aumento de la propiedad genero un mínimo de 32%, mientras que la flexión reportó un incremento mínimo del 50%; pudiendo concluir que, la arcilla tiene una influencia positiva en los suelos estudiados.

Concha, J., Antico, F. y López, S. (2021) realizaron un estudio con el objetivo de evaluar la influencia del caolín como adición en adobes mediante el análisis de sus propiedades físicas y mecánicas; utilizando una metodología experimental, que consistió en adquirir el suelo extraído de Peñalolén – Santiago de Chile, también el caolín de Coquimbo dosificado al 10%, 30% y 50% en peso, y 10%, 20% y 30% de suelo fino, con ello, se fabricó probetas de 75 mm x 75 mm x 140 mm y otras de 40 mm x 40 mm x 160 mm, las cuales fueron secados al aire libre para evaluar sus propiedades; logrando como resultados la compresión inicial de 0.76 MPa, mientras que, con los dos últimos porcentajes de caolín resultó 1.50 MPa y 1.85 MPa, en cambio en la resistencia a la flexión inicial máxima fue 0.43 MPa como adobe patrón, con 10% suelo fino se reportó 0.38 MPa y con 30% caolín se alcanzó 0.40 MPa; pudiendo concluir que, el uso de material fino como caolín y suelo fino presentó mejoras en las propiedades iniciales de los adobes de suelo natural, entendiendo que los materiales de partículas finas de 75 μm son idóneos para estabilizar adobes.

Jannat, N. et al (2022) realizaron un estudio con el objetivo de usar residuos agropecuarios para mejorar las propiedades de adobes; utilizando una metodología experimental, que consistió en obtener y analizar las materias primas para poder elaborar los bloques de tierra (polvo de arcilla) y adicionarle 10%, 20%, 30%, 40% y 50% de polvo de cáscara de huevo (ESP), también 2.5%, 5%, 7.5% y 10% de polvo de aserrín (SDP) y 2.5%, 5%, 7.5% y 10% de polvo de cáscara de coco (CHP) con la intención de medir sus propiedades físicas y mecánicas; logrando como resultados la densidad inicial de 2100 kg/m^3 , con ESP al 50% se redujo a 1800 kg/m^3 , 10% de SDP disminuyó hasta 1400 kg/m^3 y al 10% CHP resultó 1300 kg/m^3 , respecto a la absorción por capilaridad el suelo obtuvo un valor de 0.18 $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{min}^{0.5}$, el 40% ESP obtuvo 0.15 $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{min}^{0.5}$, pero el 10% SDP obtuvo 0.23 $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{min}^{0.5}$ y 10% CHP logró 0.26 $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{min}^{0.5}$, por otro lado, la prueba

de goteo se obtuvo una profundidad de picadura de 4.87 mm en el adobe, 2.16 mm con 40% ESP, 2.18 mm con 2.5% SDP y 2.73 mm con 2.5% CHP, también en la prueba de pulverizada de agua resulto 44.94 mm, 30.88 mm, 22.46 mm y 32.49 mm, respectivamente, luego la flexión se reportó 1.52 MPa en el suelo, 2.24 MPa con 40% ESP, 2.00 MPa con 2.5% SDP y 2.13 con 2.5% CHP, la compresión resultante fue 4.06 MPa, 5.68 MPa, 4.74 MPa y 4.78 MPa en cada dosificación mencionada anteriormente; pudiendo concluir que, los tres estabilizantes utilizados muestran mejoras en la evaluación de la densidad, absorción por capilaridad, prueba de goteo, prueba de pulverizada de agua, resistencia a la flexión y compresión.

Farah, F., y El Abbassi, A.(2022) realizaron un estudio con el objetivo de utilizar subproductos de la industria azucarera como estabilizantes de bloques de tierra comprimida; utilizando una metodología experimental, que consistió en adquirir la materia prima como el bagazo de caña (BC) melaza (ML) y ceniza bagazo de caña (CE), así como el suelo natural de la zona, con la intención de elaborar adobes compactados dosificados con 4%, 8% y 12% ML, también 2%, 4% y 8% CE, y la combinación de ML – BC en proporciones de 85% - 15% y 75% - 25 %; logrando como resultados la resistencia a la compresión máxima con 12 % ML de 4.65 MPa y 4.39 MPa con la combinación 85% ML - 15% BC; pudiendo concluir que, los coproductos residuales del azúcar son buenos materiales para mejorar las propiedades mecánicas de los bloques de tierra comprimida, siendo la melaza el mejor componente con una dosis del 12% en peso.

Zohra, F. et al. (2022) realizaron un estudio con el objetivo de comprender el comportamiento de los materiales arcillados activados con cal en adobes mediante el análisis de sus propiedades térmicas y mecánicas; utilizando una metodología experimental, que consistió en obtener y preparar las materias primas para elaborar probetas que contentan el 10%, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 70% y 100% de cal para

dejarla secar y ensayarlas midiendo sus propiedades; logrando como resultados la densidad inicial 1885 kg/m^3 , y con cada dosificación se reportó 1753 kg/m^3 , 1665 kg/m^3 , 1581 kg/m^3 , 1516 kg/m^3 , 1419 kg/m^3 , 1204 kg/m^3 y 1101 kg/m^3 , los mismo ocurrió con la conductividad térmica reportando valores de $0.746 \text{ W/(m}^*\text{K)}$, $0.693 \text{ W/(m}^*\text{K)}$, $0.657 \text{ W/(m}^*\text{K)}$, $0.611 \text{ W/(m}^*\text{K)}$, $0.558 \text{ W/(m}^*\text{K)}$, $0.529 \text{ W/(m}^*\text{K)}$, $0.488 \text{ W/(m}^*\text{K)}$ y $0.412 \text{ W/(m}^*\text{K)}$, respecto a la compresión se obtuvo 3.8 MPa , 4.8 MPa , 5.2 MPa , 5.9 MPa , 4.7 MPa , 4.9 MPa , 5.2 MPa , y 6.2 MPa y la flexión alcanzado fue 1.65 MPa , 1.69 MPa , 1.84 MPa , 1.90 MPa , 1.81 MPa , 1.79 MPa , 1.37 MPa , y 1.44 MPa ; pudiendo concluir que, uso de cal mejora las propiedades iniciales en gran medida.

Nacionales

Bolaños, J. (2016) realizó un estudio con el objetivo de evaluar las propiedades de un adobe compactado de suelo natural y otro con goma de tuna; utilizando una metodología experimental, que consistió en obtener la materia prima, clasificar el suelo, fabricar los adobes y evaluar sus propiedades físicas y mecánicas de los adobes al 0%, 5%, 10% y 15% de goma de tuna; logrando como resultados las resistencias a la compresión de 19.19 kg/cm^2 , 21.90 kg/cm^2 , 25.27 kg/cm^2 y 27.56 kg/cm^2 , la flexión resultante fue 4.77 kg/cm^2 , 6.47 kg/cm^2 , 6.81 kg/cm^2 y 6.11 kg/cm^2 , también se analizó la absorción logrando valores de 11.72%, 11.95%, 13.39% y 14.21%; pudiendo concluir que, la goma de tuna es un buen estabilizantes porque mejora las propiedades en gran medida.

Soto, E. (2016) realizó un estudio con el objetivo de observar la influencia de la bentónica sódica como agente estabilizador de suelos en la fabricación de adobes compactados mediante el análisis de sus propiedades; utilizando una metodología experimental, que consistió en obtener los suelos de las canteras situadas en los distritos de Jesús, Namora y Llacanora, para poder caracterizarlos y dosificarlos con el 8 %, 12 %

y 16% de bentónica sódica, para elaborar los adobes empleando la prensa Cinva Ram y medir sus propiedades; logrando como resultados la resistencia a la compresión inicial de 17.26 kg/cm², mientras que al agregar bentónica sódica se incrementó a 23.04, 31.10 y 36.94 kg/cm² para cada dosificación en peso, basándose en el suelo de la cantera ubicada en el distrito de Jesus, para la cantera situada en Namora se logró obtener valores de 11.53, 15.76, 22.93 y 38.94 kg/cm² para 0%, 8 %, 12 % y 16% de estabilizante, del mismo modo para la cantera de la zona Llacanora se reportó 11.76, 17.63, 29.74 y 39.53 kg/cm², en cambio, para la resistencia a la flexión de la primera cantera se logró alcanzar 10.39, 11.35, 12.42 y 13.23 kg/cm², en la segunda se visualizó valore de 7.70, 9.47, 11037 y 12.88 kg/cm², en la última se obtuvo 6.61, 7.50, 9.29 y 15.55 kg/cm²; pudiendo concluir que, la bentónica sódica es un material apropiado para mejorar las propiedades mecánicas de los suelos, en especial de la cantera “Jesus”.

Altamirano, O. (2018) realizó un estudio con el objetivo de analizar el uso de la cal como estabilizante de un suelo para la fabricación de adobes en Cajamarca; utilizando una metodología experimental, que consistió en adquirir las materias primas como el suelo de la cantera Cruz Blanca, cal de la empresa Progreso S.R.L y agua potable, para elaborar adobes dosificados con 6%, 12% y 18% de cal apagada y evaluar sus propiedades mecánicas; logrando como resultados la compresión de adobes valores de 13.08, 5.58, 4.25 y 2.96 kg/cm² para el suelo natural y cada una de las adiciones porcentuales de cal, también se ensayó compresión en pilas obteniendo 10.20, 3.36, 3.06 y 2.60 kg/cm² para cada dosis antes mencionada, del mismo modo, la compresión en muretes resulto 0.48, 0.21, 0.14 y 0.07 kg/cm², mientras que, al evaluar la resistencia al corte se reportó 0.19, 0.09, 0.06 y 0.03 kg/cm²; pudiendo concluir que, la dosis apropiada para mejorar el suelo usado para adobes fue del 5% cal logrando disminuir en gran medida las propiedades mecánicas analizadas pero mejoro a aminorar la contracción inicial y el peso unitario.

Antinori, L. (2018) realizó un estudio con el objetivo de utilizar cerámica triturada como reemplazo del suelo para evaluar su influencia mediante sus propiedades mecánicas; utilizando una metodología experimental, que consistió en adquirir y caracterizar el material para luego fabricar los adobes con la prensa Cinva Ram al 5%, 10% y 15% de cerámica triturada y ensayarlos posteriormente con sus propiedades mecánicas; logrando como resultados las resistencias compresión de 45.35 kg/cm², 43.96 kg/cm², 40.91 kg/cm² y 39.86 kg/cm², del mismo modo, la resistencia a la flexión reportada fue 28.55 kg/cm², 30.86 kg/cm², 28.17 kg/cm² y 26.55 kg/cm²; pudiendo concluir que, el uso de este estabilizantes si afecta significativamente en las propiedades mecánicas del mismo, dado que, se incrementan sus propiedades mecánicas.

León, B. (2019) realizó un estudio con el objetivo de evaluar la influencia de las cenizas de cascara de huevo y arroz como estabilizadores del suelo usado para adobes mediante sus propiedades mecánicas; utilizando una metodología experimental, que consistió en obtener el suelo extraído de Chugaymaca, cascara de huevo de Chimbote y cascarilla de arroz del Tambo, para caracterizar, preparar y elaborar adobes con suelo natural, combinación del 1% ceniza de cascara de huevo (CH) con 1% ceniza de cascarilla de arroz (CA) y la mezcla del 1% - 2% de ambas cenizas, para analizar la compresión de los mismos; logrando como resultados el pH del suelo en 4.70, y en la combinación de ambas se logró 13.25 y 12.82, respecto a la resistencia a la compresión al culminar 30 días de curado se reportó 16.24, 14.30 y 15.27 kg/cm² respecto al suelo y las combinaciones antes mencionadas; pudiendo concluir que, el uso de estos componentes disminuye ligeramente la compresión, y convierte al suelo de un pH ácido a una altamente básico.

Sánchez, M. (2020) realizaron un estudio con el objetivo de analizar el uso de cemento como agente para mejorar las propiedades de los adobes convencionales mediante sus propiedades; utilizando una metodología experimental, que consistió en extraer el suelo del centro poblado El Milagro ubicado en Ferreñafe, adquirir el cemento y combinarlo con el suelo al 0%, 2%, 4%, 6% y 8% en peso respecto al agente estabilizantes; logrando como resultados las resistencias a la compresión de 20.75, 22.80, 27.74, 24.81 y 23.83 kg/cm², también se evaluó la resistencia a la flexión obteniendo valores de 7.05, 8.42, 9.06, 8.61 y 7.91 kg/cm², luego de analizar la absorción en agua se reportó 22.01, 20.87, 19.47, 20.04 y 20.19 %, la compresión en pilas resultó 5.02, 6.71, 8.10, 7.35 y 6.92 kg/cm², después, al evaluar los costos de producción para el 0%, 2% y 4% se reportó costos por millar de S/. 156.93, S/. 217.50 y S/. 278.07; pudiendo concluir que, el cemento con el 4% de adición funciona como estabilizante mejorando las propiedades mecánicas, pero se incrementa en más del 75% su costo de producción.

1.3.Bases teóricas

Como bases teóricas se presentarán precisiones conceptuales que brindarán un mejor entendimiento de algunos términos utilizados en el estudio.

A) Adobe

El adobe es un producto obtenido de la fabricación de un ladrillo sin ningún proceso térmico (quema), compuesto básicamente por suelo, arena y agua, en algunos casos de adición un material que satisfaga alguna necesidad como la paja que brinda aislamiento térmico, entre otro (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2010); respecto al último componente, existen un sinfín de material estabilizantes en función de lo necesitado, desde compuesto finos como cenizas,

cemento, cal, yeso, otros, materiales fluidos como melaza, goma, y componentes residuales como pajas, viruta, fibras (Rodríguez, 2020).

Tipos de adobe

Los adobes pueden diferenciar en base a su proceso de fabricación, teniendo entre ellos, a los siguientes (Tejaswini et al, 2022)

Adobe tradicional: Compuesto por suelo arcilloso, arena, agua y depende del tipo de suelo se adiciona grava, este adobe se caracteriza porque sus propiedades dependen directamente de las características de la materia prima.

Adobe estabilizado: Compuesto igual que lo adobes tradicionales, pero se adiciona materiales que mejoren una o varias propiedades en específico, como el cemento o la cal que mejora la resistencia o las fibras y pajas que aumentan en confort térmico, entre otros.

Adobe prensado: Conocido también como compactado, este se caracteriza porque se utiliza fuera manual o mecánica para el conformado de adobes, es decir, se puede usar una prensa para mejorar no solo la apariencia sino la compresión del adobe.

Propiedades físicas

Existe una gran cantidad de propiedades físicas para determinar las características específicas de los adobes, como las siguientes.

Absorción capilar: Está relacionada con la capacidad de absorber agua en un determinado tiempo mediante la capilaridad de la probeta (UNE 41410).

Desgaste por goteo: Esta relaciona a la erosión del adobe por aplicación de un sistema de goteo, cuya propiedad mide la profundidad de la cavidad ocasionada por acción del goteo, lo que simula un efecto de lluvia puntual (UNE 41410).

Propiedades Mecánicas

Dentro de las propiedades mecánicas de los adobes, existen una que prevalecen, siendo esta la siguiente.

Resistencia a la compresión: Esta relaciona con la capacidad de soporte del adobe en su sección transversal, indicado su resistencia, durabilidad y resistencia a la intemperie (E 080).

B) Adobe Estabilizado

Este tipo de adobe se diferencia de los tradicionales por la incorporación de materiales con propiedades específicas, que brinda al adobe una mejora en sus características iniciales, el cemento, cal y asfalto son ejemplos típicos para fabricar estos adobes (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2010). Por otro lado, para la fabricación de estos adobes se puede realizar mediante estabilización física y mecánica, la primera consiste en agregar componentes como cal, cemento, residuos, fibras, otros para mejorar las propiedades del suelo, mientras que la otra, aplica fuerzas externas para comprimir el agua y generar una mayor compactación, también puede emplear una combinación de ambas estabilizaciones (Mellaikhaf, et al, 2021).

C) Conchas marinas

Este componente, proviene del consumo de mariscos en el mundo, porque dentro de la gastronomía existen bivalvos como las conchas de abanico, conchas negras, maruchas y otros moluscos que tienen un caparazón rico en carbonato de calcio, también este residuo representa el 95% del animal, dado que, solo el 5% es ingerido por las personas, es necesario mencionar que, la inexistente o ineficiente capacidad del tratamiento de residuos orgánicos, en algunos países sudamericanos,

estas conchas marinas termina en botaderos contaminando el medio ambiente (Knibb, 2024).

D) Cascarilla de café

Este componente, es el resultado de la producción de café en diversas partes del mundo, dado que, el producto comprado e ingerido es el grano y no la cubierta del mismo, por ende, la cascarilla es un residuo no aprovechable, también este subproducto tiene propiedades antioxidantes y alto contenido de magnesio, cafeína y potasio, cuyo uso está relacionado con la elaboración de una infusión o abono orgánico (Mesas, 2018).

1.3.1. Problema general

¿Cuál es la influencia de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café sobre las propiedades físicas y mecánicas de adobes estabilizados, Trujillo – 2025?

1.3.2. Problemas específicos

¿Cuál es la clasificación del suelo utilizado para la fabricación de adobes estabilizado?

¿Cuál es la evaluación de las propiedades físicas de los adobes estabilizados con ceniza de conchas marinas y cascarilla de café?

¿Cuál es el análisis de las propiedades mecánicas de los adobes estabilizados con ceniza de conchas marinas y cascarilla de café?

¿Cuál es la dosificación óptima de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de adobes estabilizados?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la influencia de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café sobre las propiedades físicas y mecánicas de adobes estabilizados, Trujillo – 2025.

1.4.2. Objetivos específicos

Clasificar el suelo utilizado para la fabricación de adobes estabilizados.

Evaluar las propiedades físicas de los adobes estabilizados con ceniza de conchas marinas y cascarilla de café.

Analizar las propiedades mecánicas de los adobes estabilizados con ceniza de conchas marinas y cascarilla de café.

Definir la dosificación óptima de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de adobes estabilizados.

1.5. Justificación

Los adobes tradicionales o llamados también convencionales, son uno de los componentes para la construcción de viviendas, sobre todo en zonas rurales, pero dichos elementos son afectados por diversas situaciones, por ello, la presente investigación pretende mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los adobes.

A raíz de ello, la justificación técnica está relacionada con las normativas vigentes en el reglamento nacional de edificaciones (RNE), específicamente en la E 030, norma que estipula la zonificación sísmica en la geografía del país, mencionado en el Anexo II de la norma antes mencionada, que las provincias al norte de La Libertad como Ascope, Pacasmayo, Chepén y Trujillo perteneces a una zona sísmica 4, significando que, dichas zonas tiene un alto índice de sismicidad respecto a su intensidad y magnitud, por lo que,

el uso de elementos estructurales son de vital importancia garantizando la seguridad de las personas; el adobe no es la excepción, y la norma antes mencionada brinda libertad en el uso de elementos estructurales como el uso de adobes en viviendas denominadas como edificaciones comunes; además, de los datos expuestos por INEI en el último censo nacional, más del 70% de viviendas tiene al adobe como material predominante de construcción, lo que genera el uso continuo del adobe como elemento esencial en la construcción de edificaciones en las zonas rurales, por lo que, se debe garantizar la seguridad y comodidad de los pobladores, usando adobes que cumplan sus necesidades y exigencia expuestas por las normas vigentes y el clima de cada zona, para este caso, el uso de adobes estabilizados con ceniza de conchas marinas y ceniza de cascarilla de café es la mejor opción debido a la influencia que tiene al mejorar sus propiedades iniciales; pero, es bien sabido que, la utilización de estos componentes residuales naturales no son convencionales en el contexto constructivo del país, ya sea por la falta de información o poca difusión de las excelentes propiedades de estos materiales como estabilizantes, se debe tener en cuenta que, el uso de estas cenizas tiene un efecto positivo en las propiedades de los adobes y son material que no genera un gran aumento en costo de fabricación.

Del mismo modo, la justificación social está relacionada con el bienestar, tranquilidad y mejoría en la calidad de vida de los pobladores cuyas viviendas estén construidas con adobes, dado que, al emplear, adobes estabilizados con ceniza de conchas marinas y ceniza de cascarilla de café, se garantiza una mejoría en sus propiedades como la durabilidad y resistencia no solo mecánica, sino ante la inclemencia del clima y el pasar del tiempo, lo que se refleja en un aumento del tiempo de vida útil de las viviendas y el sosiego de las personas, así como la empatía por la seguridad de los habitantes.

También, la justificación ambiental está relacionada con el uso de las cenizas de conchas marinas y ceniza de cascarilla de café, dado que, el primero es un subproducto residual de las acuiculturas y la industria gastronómica marina, cuyo residuo representa el 95% de estos bivalvos porque solo el 5% es comestible, el segundo representa el 50% de desecho en la industria cafetera, ambos al ser coproductos sin ningún uso aprovechable, tienden a ser desechados a la basura y acopiados en botaderos por largos periodos de tiempo debido a su alto tiempo de degradación; entonces, la presencia de estos componentes en los botaderos genera malos olores, existencia de roedores y carroñeros, transmisión de enfermedades de manera involuntaria y descontento de la población; en conclusión, el uso de estos estabilizantes genera una disminución en el impacto ambiental y una mejora en las propiedades de los adobes.

Por otro lado, la justificación de la ejecución de la investigación radica en el uso de las cenizas de conchas marinas y cascarilla de café, dado que al combinarlas en presencia de agua se produce una reacción cementante, esto es debido a la composición química de cada una de las cenizas, la primera contiene óxido de calcio y la otra óxido de silicio; entonces esta última tiene afinidad por reaccionar con la cal presente en las cenizas de conchas marinas, las cuales al mezclarla con el suelo y agua generan una reacción puzolánica que incrementa la resistencia inicial del suelo, del mismo modo, está demostrado que el uso de cal en suelos arcillosos incrementa su resistencia y capacidad de soporte.

Además, en la presente investigación se utilizó una prensa CINVA RAM para la fabricación de adobes porque este equipo genera una fuerza mecánica que ayuda al adobe a compactarse sin necesidad de aplicarse grandes cantidades de energía, pero con los mismos resultados al aplicarla con equipos industriales, también al aplicar fuerza de

compactación en la fabricación, se disminuye la porosidad y se brinda una mejor forma a los adobes.

En conclusión, el uso de las cenizas de conchas marinas y cascarilla de café tienen efectos positivos en los adobes, al mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, también se brinda un aporte a la comunidad científica sobre el uso de residuos natural para mejorar las propiedades de suelo utilizado en la fabricación de adobes.

1.6.Hipótesis

A medida que aumenta la dosificación de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café, mejora las propiedades físicas y mecánicas de adobes estabilizados.

2. CAPITULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo, enfoque y diseño de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

Tipo de investigación por el propósito

La investigación según su propósito fue aplicada, debido a que, ejecuta lo que describen las teorías, con la intención de solucionar problemas específicos o necesidades (Fernández y Baptista, 2014). Por tal motivo, se corrobora lo mencionado anteriormente porque el estudio buscó, recopiló, seleccionó y utilizó teorías e información para su ejecución con el objetivo de evaluar la influencia de la ceniza de conchas marinas y cascarilla de café en adobes.

Tipo de investigación por el diseño

La investigación según su diseño fue experimental, debido a que, manipula las variables bajo condiciones preestablecidas para que no sean influencias por agentes o factores externos al estudio, con la intención de visualizar el efecto de las variables sobre el objeto de estudio (Gallardo, 2017). Por tal motivo, se corrobora lo mencionado anteriormente porque el estudio manipulo intencionalmente las dosificaciones de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café para observar su influencia en adobes elaborados con suelo natural.

Tipo de investigación por el nivel de conocimiento

La investigación según su nivel de conocimiento fue explicativa, debido a que, pretende definir o explicar el efecto de las variables sobre el objeto de estudio, con la intención de exponer los fenómenos causados por un efecto determinado (Baena, 2017). Por tal motivo, se corrobora lo mencionado anteriormente porque el estudio

buscó comprender la influencia de las cenizas de conchas marinas y cascarilla de café sobre los adobes.

2.1.2. Enfoque de la investigación

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, debido a que, la solución a un problema ocasiona resultados consistentes y verificables sobre un suceso o acontecimiento, provenientes de un proceso o protocolo establecido, también los resultados deben ser cuantificables y representar el efecto sobre el objeto de estudio (Bernal, 2010). Por tal motivo, se corrobora lo mencionado anteriormente porque el estudio utilizó los procedimientos basados en normas vigentes, donde también se muestra la manera de cuantificar cada resultado.

2.1.3. Diseño de investigación

La investigación tuvo un diseño experimental, debido a que, el estudioso manipula las variables para brindar solución a una problemática con la intención de ver su efecto en el objeto de estudio (Fernández y Baptista, 2014). Por tal motivo, se corrobora lo mencionado anteriormente porque se analiza las propiedades físicas y mecánicas producto de la estabilización con cenizas de conchas marinas y cascarilla de café sobre los adobes.

Tabla 1*Variables y niveles de estudio*

Variables Independientes	Niveles de Estudio
A: Porcentaje de ceniza de conchas marinas	3%, 6% y 9%
B: Porcentaje de cascarilla de café	5%, 10% y 15%

Tabla 2*Variables dependientes*

Variables Dependientes
X: Propiedades Físicas
Y: Propiedades Mecánicas

Cabe mencionar que, el diseño experimental es del tipo bifactorial debido a la manipulación de dos variables independientes (Porcentaje de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café) sobre el objeto de estudio (adobes) con la intención de observar la influencia mediante sus variables dependientes (Propiedades Físicas y mecánicas); razón por la cual, el desarrollo del diseño fue el siguiente.

Tabla 3
Distribución bifactorial de la investigación

		Porcentaje de ceniza de conchas marinas (CM)		
		3%	6%	9%
Porcentaje de cascarilla de café (CC)	5%	3% CM + 5% CC	3% CM + 6% CC	3% CM + 9% CC
	10%	10% CM + 5% CC	10% CM + 6% CC	10% CM + 9% CC
	15%	15% CM + 5% CC	15% CM + 6% CC	15% CM + 9% CC

Entonces, la tabla anterior muestra las nueve combinaciones de cenizas utilizadas en la investigación.

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

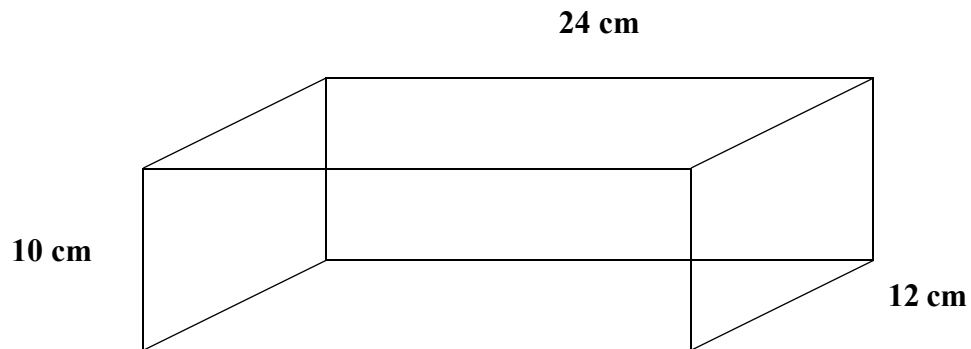
La población del estudio consta de los adobes elaborados con suelo extraído de Magdalena de Cao.

2.2.2. Muestra

La muestra está representada por los 110 adobes fabricados en el estudio, de los cuales 81 son adobes estabilizados y 11 adobes no tienen ningún tipo de adición extraña al suelo; cabe mencionar que, los adobes elaborados en la investigación tienen forma prismática rectangular con dimensiones 24 cm x 12 cm x 10 cm para el largo, ancho y espesor, respectivamente. Cabe mencionar que, el material principal de los adobes (suelos) fue obtenido de las 5 calicatas realizadas en la zona de estudio, llegando a extraer un aproximado de 200 kg de suelo por cada punto de exploración. Además, el tipo de muestreo utilizado en la investigación es de carácter No Probabilístico por conveniencia.

Figura 1

Dimensiones de adobes



Entonces, la cantidad de adobes elaborados dependieron directamente del tipo de ensayo y replicas realizadas por cada uno de estos, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4

Muestrea de la investigación

	Absorción de agua por capilaridad	Erosión acelerada SWINBURNE (SAET)	Resistencia a la compresión
Suelo natural	3	3	5
3% CM + 5% CC	3	3	5
3% CM + 6% CC	3	3	5
3% CM + 9% CC	3	3	5
10% CM + 5% CC	3	3	5
10% CM + 6% CC	3	3	5
10% CM + 9% CC	3	3	5
15% CM + 5% CC	3	3	5
15% CM + 6% CC	3	3	5

15% CM + 9% CC	3	3	5
Total	30	30	50

En base a la tabla anterior, se visualiza que para la ejecución de la investigación fueron necesarios elaborar 110 adobes porque las propiedades físicas y mecánicas realizados fueron ensayos destructivos, cuya cantidad depende de las variables independientes y dependientes del estudio, lo que corrobora un muestro no probabilístico por conveniencia porque los investigadores determinaron dicha cantidad.

2.3.Operacionalización de variables

Tabla 5

Operacionalización de variables

Tipos de variable	Variables	Definición	Definición	Dimensión	Indicadores	Escale de Medición
		Conceptual	Operacional			
Independiente	Porcentaje de ceniza de conchas marinas	Proporción de material expresado en porcentaje, adquirido producto de la calcinación de conchas marinas	Cantidad de ceniza de conchas marinas.	3%, 6% y 9% de ceniza de conchas marinas.	Dosificación en gramos	Intervalo
	Porcentaje de ceniza de cascarilla de café	Proporción de material expresado en porcentaje, adquirido producto de la calcinación de cascarilla de café.	Cantidad de ceniza de cascarilla de café.	5%, 10% y 15% de ceniza de cascarilla de café	Dosificación en gramos	Intervalo
Dependiente	Propiedades Físicas	Son componentes que afectan significativamente a un material o producto ante la reacción de incentivos bajo delimitaciones específicas.	Las propiedades físicas y mecánicas especifican la conducta de un material o producto que ha sido involucrado con acciones externas.	Absorción capilar Desgaste por goteo	Porcentaje de absorción Profundidad de concavidad	Intervalo
	Propiedades Mecánicas	Dichos componentes garantizan la fiabilidad de un material o producto para su utilización.		Resistencia a la compresión.	Resultados del ensayo Resistencia a la compresión	Intervalo

Nota: La matriz presenta un resumen de la información más relevante del estudio.

Tabla 6

Matriz de Consistencia

Influencia de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café sobre las propiedades físicas y mecánicas de adobes estabilizados, Trujillo – 2025					
Título	Objetivo	Hipótesis	Variables	Metodología	Población
<p>General</p> <p>¿Cuál es la influencia de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café sobre las propiedades físicas y mecánicas de adobes estabilizados, Trujillo – 2025?</p> <p>Específico 1</p> <p>¿Cuál es la clasificación del suelo utilizado para la fabricación de adobes estabilizados?</p> <p>Específico 2</p> <p>¿Cuál es la evaluación de las propiedades físicas de los adobes estabilizados con ceniza de conchas marinas y cascarilla de café?</p> <p>Específico 3</p> <p>¿Cuál es el análisis de las propiedades mecánicas de los adobes estabilizados con ceniza de conchas</p>	<p>General</p> <p>Determinar la influencia de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café sobre las propiedades físicas y mecánicas de adobes estabilizados, Trujillo – 2025.</p> <p>Específico 1</p> <p>Clasificar el suelo utilizado para la fabricación de adobes estabilizados.</p> <p>Específico 2</p> <p>Evaluar las propiedades físicas de los adobes estabilizados con ceniza de conchas marinas y cascarilla de café.</p> <p>Específico 3</p> <p>Analizar las propiedades mecánicas de los adobes estabilizados con ceniza de conchas marinas y cascarilla de café.</p>	<p>General</p> <p>A medida que aumenta la dosificación de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café, mejora las propiedades físicas y mecánicas de adobes estabilizados.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Dosificación de ceniza de conchas marinas.</p> <p>Variable Dependiente</p> <p>Propiedades Físicas (Absorción capilar y desgaste por goteo)</p> <p>Propiedades Mecánicas (Resistencia a la compresión)</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>- Explicativa</p> <p>Diseño: Experimental</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>A) Técnicas de recolección de datos</p> <p>Observación y análisis de información.</p> <p>B) Instrumentos de recolección de datos</p> <p>Fichas de observación o protocolos de los ensayos de caracterización, propiedades físicas o mecánicas.</p>	<p>Población</p> <p>Adobes elaborados con suelo extraído de Magdalena de Cao.</p> <p>Muestra</p> <p>La muestra está representada por los 90 adobes fabricados en el estudio, de los cuales 81 son adobes estabilizados y 9 adobes no tienen ningún tipo de adición extraña al suelo.</p> <p>Muestreo</p> <p>Muestreo no probabilístico.</p>

marinas y cascarilla
de café??

Específico 4

¿Cuál es la dosificación óptima de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de adobes estabilizados?

Específico 4

Definir la dosificación óptima de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de adobes estabilizados.

Nota: La matriz presenta un resumen de la información más relevante del estudio.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos empleadas en el estudio fueron la observación directa y el análisis documental, estas técnicas son prácticas y de mayor utilidad, dado que, registran minuciosamente los acontecimientos o efectos de las variables sobre el objeto de estudio, también la participación en el estudio es de manera directa (Salas, 2020)

2.4.2. Instrumentos de recolección

Los instrumentos de recolección en el estudio, fueron las fichas de observación o protocolos de los ensayos físicos o mecánicos, porque en dicho instrumento se puede anotar cada masa, dato e información sobre el desarrollo de la investigación y su correcto desarrollo (Baena, 2017), también dichos protocolos fueron elaborados en base a las normativas vigentes brindados por parte del laboratorio.

2.4.3. Análisis de datos

Para el análisis de datos de este estudio se empleó los protocolos de laboratorio y el Manual de Ensayo de Materiales brindado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. También se utilizó el Software Microsoft Excel para realizar los cálculos cuantitativos de los ensayos físicos y mecánicos.

El análisis de datos consiste en calcular, evaluar y explicar los resultados obtenidos en el estudio, cuyas ejecuciones fueron basadas en normas vigentes; cabe mencionar que, el presente estudio utilizó el programa Ms. Excel para calcular las propiedades y también se empleó el programa Minitab para verificar el análisis estadístico.

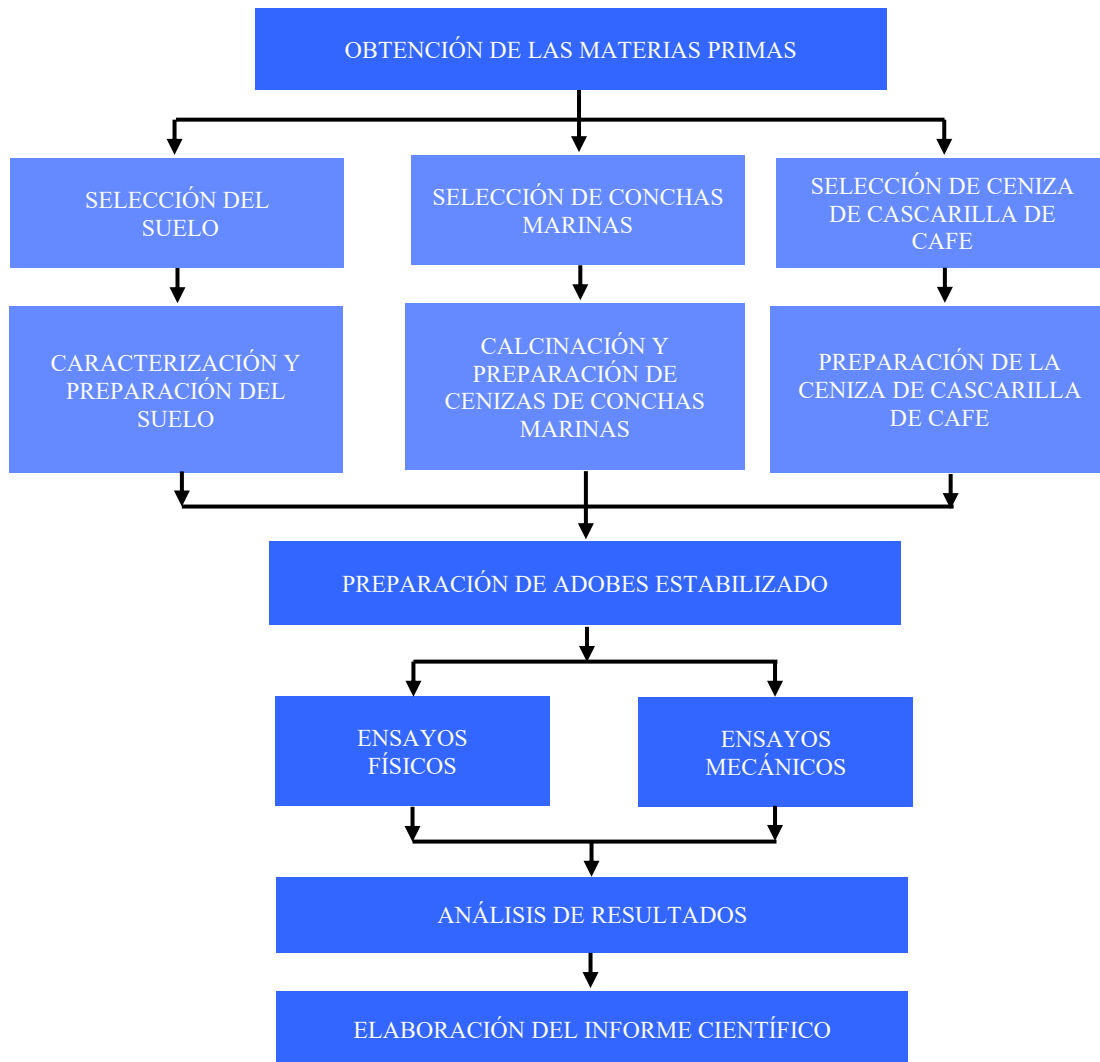
2.5. Procedimiento

Para determinar el procedimiento se buscó y acopio información mediante la observación directa; posteriormente se analizó para determinar la realidad problemática, bases teóricas para entender el fenómeno; por lo que se fijó el siguiente procedimiento experimental.

El procedimiento consistió en detallar todas las actividades realizadas en la investigación, con la intención de explicar paso a paso las acciones realizadas durante el desarrollo del estudio (Baena, 20), previamente se utilizó la información seleccionada y luego se ejecutó la investigación, obteniendo el siguiente protocolo.

Figura 2

Procedimiento experimental



A) Obtención de las materias primas

La adquisición de estos materiales, comprendió la recopilación y guardado del suelo extraído de la zona, conchas marinas y la ceniza de cascarilla de café; el primero se obtuvo de las 5 calicatas realizada en la zona de estudio, a una profundidad de 1.50 metros, las conchas marinas fueron recolectadas de los diversos locales gastronómicas dedicados a la marisquería en Trujillo, y las cenizas

fueron adquiridas de la empresa CERAMIREX, dedicada a la fabricación de ladrillos y ubicada en el distrito de Huanchaco – Trujillo.

B) Suelo

Selección del Suelo

La selección del suelo consistió en retirar todo agente extraño como residuos del material extraído de las calicatas, pudiendo encontrar restos plásticos, desechos de construcción, pajillas y otros; cuyo material fue almacenado y transportado en sacos de polipropileno.

Caracterización y preparación del suelo

La **caracterización del suelo** consistió en analizar las propiedades del suelo para clasificarlo, mediante SUCS, para ello fue necesario ejecutar los siguientes ensayos.

a) Contenido de humedad

Para determinar la humedad del suelo fue necesario utilizar como mínimo 20 g. de material y recipientes de secado; el ensayo comienza con el pesado de los recipientes vacíos y registro de su masa, seguidamente se añadió el suelo a los recipientes y se anotó la segunda masa, luego se introdujo dentro de una estufa por 24 horas a 110 °C con la intención de eliminar todo rastro de humedad, posteriormente se anotó la tercera masa del recipiente con el suelo seco, y finalmente se desechó el material y se aseó los instrumentos y equipos utilizados.

b) Análisis granulométrico

Para hallar la granulometría del suelo fue necesario utilizar como mínimo 65 g. de material y los tamices N° 4, 10, 16, 30, 40, 50, 100, 200 y base; el ensayo

comienza con el secado del material, ordenamiento descendente de los tamices de acuerdo a su abertura y su registro de masa individual, acto seguido se añadió el suelo dentro de los tamices para zarandearlos por 10 min, culminado el tiempo se dejó reposar por otros 5 minutos para evitar la polución del suelo, luego se anotó la masa de cada tamiz con el suelo retenido sobre estos, y finalmente se desechó el material y se aseó los instrumentos y equipos utilizados.

c) Límites de Atterberg

Límite líquido

Para hallar este límite del suelo fue necesario utilizar como mínimo 200 g. de material tamizado por la malla N° 40 y el equipo Casagrande, el ensayo comienza con la mezcla del suelo y pequeñas porciones de agua en un recipiente metálico hasta lograr su homogenización con una consistencia pastosa, luego con el equipo calibrado, se añadió una porción de la mezcla sobre el platillo del equipo y con ayuda de una espátula aplicando ligera fuerza se niveló el suelo sobre la base de este hasta obtener un espesor al punto más bajo de 1cm como máximo, posteriormente con ayuda del ranurador desde el centro del platillo se trazó una línea aplicando fuerza para separar en dos secciones al suelo, seguidamente con la manivela a velocidad constante se giró hasta unir en un punto ambas secciones, anotando la cantidad de giros realizados, luego se extrajo una porción de suelo para determinar su humedad; cabe mencionar que el ensayo culmina cuando se hallan obtenidos tres cantidades de giros diferentes, en los rangos de 15 a 25, 20 a 30 y 25 a 35, y finalmente se desechó el material y se aseó los instrumentos y equipos utilizados.

Límite plástico

Para hallar el este límite del suelo fue necesario utilizar como mínimo 50 g. de material tamizado por la malla N° 40 y una placa de vidrio, el ensayo comienza con la mezcla del suelo y pequeñas porciones de agua en un recipiente metálico hasta lograr su homogenización con una consistencia pastosa, luego con ayuda de las manos se formó varillas de suelo con dimensiones aproximadas de 10 cm de largo y 3 mm de diámetro, luego estas fueron dejadas sobre la placa de vidrio por unos minutos para posteriormente aplicando fuerza sobre las yemas de los dedos poder fraccionarlas, acto seguido se halló la humedad de cada varilla, y finalmente se desechó el material y se aseó los instrumentos y equipos utilizados.

Índice de plasticidad

Para hallar el índice de plasticidad, fue necesario restar el valor porcentual del límite líquido y el límite plástico.

d) Clasificación SUCS

Para clasificar al suelo fue necesario obtener la granulometría y límites de Atterberg del suelo, con el primer ensayo se definió al fue de material al que pertenece si es granular o limoso arcilloso, para este caso fue un suelo “limoso arcilloso”, luego en base al límite líquido se redujo las opciones a tres debido a que su valor fue inferior al 50%, finalmente usando la carta Casagrande se seleccionó el tipo de suelo y su simbología en base a los valores del límite líquido e índice de plasticidad.

La **preparación del suelo** consistió en secar el material, para ello, se colocó al sol por 5 días para eliminar toda humedad superficial, luego con ayuda de la estufa y en porciones necesarias para cada ensayo, se eliminó la humedad a 110 °C para obtener un suelo totalmente seco y almacenarlo en bolsas herméticas.

C) Conchas marinas

Selección de conchas marinas

La limpieza consistió en extraer cualquier componente ajeno a las conchas marinas como residuos de comida, para ello, se utilizó recipientes plásticos llenos de agua para la limpieza de estos residuos con ayuda de una escobilla plástica y detergente, acto seguido se enjuagó las conchas marinas con abundante agua y se repitió la acción hasta eliminar completamente el detergente; luego se dejó secar por 1 día al sol para eliminar humedad superficial, posteriormente se trituró los residuos para disminuir su tamaño con ayuda de un martillo de goma y se almacenó en bolsas herméticas.

Calcinación y preparación de cenizas de conchas marinas

La **calcinación** consistió en calcinar los residuos de conchas marinas trituradas a 890 °C, para obtener un cambio de fase de carbonato de calcio a óxido de calcio, luego se dejó enfriar el horno por 24 horas, transcurrido el tiempo se retiró las cenizas y se tamizó por malla N° 200 para garantizar la homogeneidad en su tamaño de partícula.

D) Cascarilla de café

Selección de ceniza de cascarilla de café

Esta selección consistió en extraer cualquier agente extraño a la ceniza, como cascarillas sin quemar, residuos de quema y otros, con la intención de obtener

solo la ceniza como material, luego para afianzar la perdida de humedad adquirida al contacto con el ambiente, se introdujo el material a la estufa a 110 °C por 24 horas y almacenarla en bolsas hermética.

Preparación de la ceniza de cascarilla de café

La preparación consistió en tamizar con la malla N° 200 a la ceniza, con la intención de garantizar su granulometría fina de 0.075 mm, tamaño de partícula similar a materiales finos, luego se almacenó en bolsas herméticas.

E) Preparación de adobes estabilizados

La preparación de los adobes estabilizado consistió en combinar el suelo natural con las cenizas de conchas marinas (CM), cenizas de cascarilla de café (CC) y agua; es decir se obtendrán diez mezclas, una de suelo natural sin adiciones, las otras son resultados de la mezcla del 3%, 6% y 9% CM con el 5%, 10% y 15% de CC; luego en la prensa Cinva Ram se colocó cada una de las mezclas y aplicando fuerza mecánica en la palanca de la prensa se conformó los adobes, acto seguido aplicando fuerza la palanca se subió los adobes para poder retirarlos y colocarlo en la zona de secado por 28 días a la intemperie.

F) Ensayos

Ensayos físicos

Absorción de agua por capilaridad

Para hallar la absorción capilar fue necesario obtener los adobes secos y su masa correspondiente, luego en un recipiente de vidrio tipo pesera con una sobre base de 2 cm, se introdujo los adobes sobre dicha sobre base con la intención de generar un vacío entre la base de la pesera y el adobe; luego se adiciono agua hasta una altura de 5 mm sobre la base del adobe, y se mantuvo dicha altura adicionando agua

constantemente, este proceso culminó luego de 10 minutos de contacto del adobe con el agua y se retiró el adobe para registrar su segunda masa, y finalmente se desechó el material y se aseó los instrumentos y equipos utilizados

Erosión acelerada SWINBURNE (SAET)

Para hallar la erosión acelerada por goteo fue necesario los adobes secos y el equipo de goteo con dimensiones especificadas en la normativa, luego el adobe se colocó sobre la base inclinada del equipo y se adicionó agua en la boquilla del equipo para simular el goteo a 1 metro de altura y el adobe con una inclinación de 27° respecto a la horizontal, se añadió agua constantemente a la boquilla para que el goteo sea constante, luego de 10 minutos se culminó el ensayo y se retiró con sumo cuidado el adobe a una superficie plana, donde se midió la profundidad de picado producto del goteo sobre la superficie del adobe, registrándose dicha profundidad en milímetros, y finalmente se desechó el material y se aseó los instrumentos y equipos utilizados.

Ensayos mecánicos

Resistencia a la compresión

Para hallar resistencia a la compresión fue necesario obtener los adobes secos, estos fueron colocados sobre el equipo de compresión para realizar el ensayo aplicando una fuerza axial sobre la superficie del adobe, obteniendo la resistencia expresada en MPa o kg/cm^2 .

G) Análisis de resultados

El análisis de resultados consistió en evaluar los resultados y determinar las propiedades empleando Ms. Excel, dado que, este programa es fácil de manejar y permite no solo utilizar ecuaciones matemáticas sino graficar resultados para una

mejor compresión, luego dichos resultados fueron analizados mediante el software Minitab Statistical para hallar la normalidad y analizar de varianza de los datos.

H) Elaboración del informe científico

La elaboración del informe consistió en armar un documento con toda la información recopilada y analizada del estudio, que involucre presentación de la problemática, soluciones, objetivos, hipótesis, teorías, resultados, discusiones, conclusiones y otros, empleando no solo narrativas sino figuras o tablas que plasmen de manera didáctica información pertinente sobre la influencia de las cenizas de conchas marinas y cascarilla de café en adobes estabilizados mediante sus propiedades.

2.6. Análisis estadístico de datos

El análisis estadístico de datos consiste en validar la hipótesis planteada en la investigación, para ello, fue necesario determinar la normalidad de los resultados; al cumplir lo mencionado anteriormente, se procedió a utilizar un método paramétrico para el análisis, en este caso en análisis de varianza; cabe mencionar que, el análisis estadístico fue realizado con el software Minitab Statistical.

2.7. Aspectos éticos

2.7.1. Ética

La ética está relacionada con la capacidad moral de cada persona, definida en base a situaciones factibles y adversas, entonces, la ética es tentada por el comportamiento humano ante la necesidad del bienestar y el reconocimiento público; entonces, la ética es responsable directa de la confiabilidad y calidad de las investigaciones (Salazar, Icaza, y Alejo, 2018)

2.7.2. Aspectos éticos

Los aspectos éticos definen el tipo de información brindada a los lectores, así como la veracidad de dicha información, teniendo los siguientes aspectos.

- **Confiabilidad:** Este aspecto está relacionado al grado de confianza que brindan los investigadores a las personas sobre la información plasmada en sus informes, garantizando credibilidad y la perduración en el tiempo (Pérez, 2015). Razón por la que, en el estudio se utilizaron los procedimientos brindados por el laboratorio, los cuales fueron elaborados en base a las normativas ASTM, del mismo modo, los cálculos matemáticos fueron realizados en base a las normas antes mencionada.
- **Calidad de investigación:** Ese aspecto está relacionada con el tipo y nivel de la investigación que brindan los estudiosos al público, porque la calidad depende de la excelencia y el rigor que se ponen a las cosas para realizarlas, garantizando la perduración en el tiempo de la información publicada por los autores (Correa et al, 2023). Razón por la que, en el estudio se emplearon procedimientos y se tuvo los cuidados mencionados por las normativas vigentes, así como la elaboración del informe en base a las normas APA.

3. CAPITULO III. RESULTADOS

3.1. Clasificación del suelo

Como **primer objetivo específico** se tuvo “Clasificar el suelo utilizado para la fabricación de adobes estabilizados”, presentando la Tabla 5, donde se muestra las características principales del suelo natural y la tipificación del mismo en base a las clasificaciones SUCS y AASHTO, así como la Figura 3, observando las curvas granulométricas de los puntos de exploración .

Tabla 7

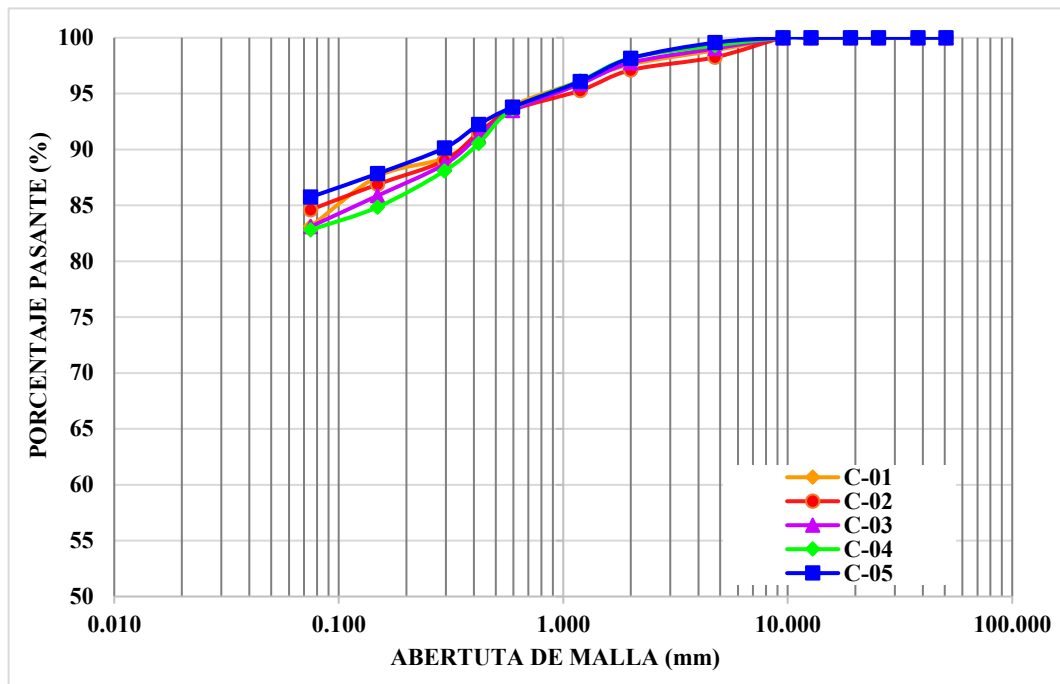
Caracterización del suelo

Punto de exploración		C 01	C 02	C 03	C 04	C 05
Contenido de Humedad (%)		19.36	19.34	19.28	19.22	19.32
Análisis granulométrico (%)	Grava	1.12	1.74	0.96	0.70	0.43
	Arena	15.76	13.65	15.94	16.50	13.82
	Limos y Arcillas	83.12	84.61	83.10	82.81	85.75
Límites de Atterberg (%)	LL	38.92	38.15	38.52	38.73	38.16
	LP	20.32	19.59	20.14	20.29	19.88
	IP	18.61	18.56	18.38	18.44	18.28
Clasificación SUCS		CL	CL	CL	CL	CL

Nota: Valores obtenidos de los ensayos de caracterización del suelo.

Figura 3

Curvas granulométricas del suelo natural



Nota: Curvas elaboradas en base al tamaño granulométrico del suelo analizado.

3.2. Propiedades físicas

Como **segundo objetivo específico** se tuvo “Evaluar las propiedades físicas de los adobes estabilizados con ceniza de conchas marinas y cascarilla de café”, presentando la Tabla 6 y 7, donde se muestra los resultados de los ensayos de absorción capilar y erosión acelerada por goteo, también se plasman las Figuras 4 y 5 con los promedios de cada ensayo antes mencionado.

Absorción capilar

Tabla 8

Ensayo de absorción de agua por capilaridad

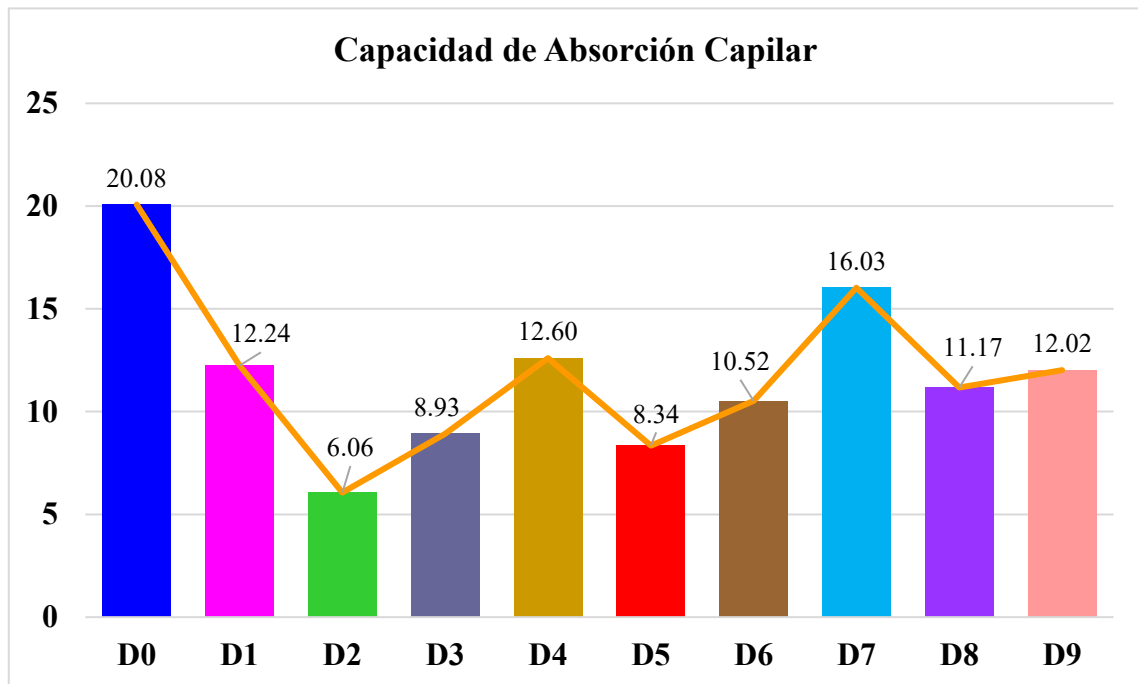
Dosificación	Capacidad de absorción por capilaridad (%)	Velocidad de absorción por capilaridad (Kg/m².min^{0.5})
	22.90	7.45
Suelo Natural (SN)	18.39	6.02
	18.94	6.23
SN + 3% Ceniza de Conchas	11.92	3.93
Marinas + 5% Ceniza	12.05	4.05
Cascarilla de café	12.75	4.25
SN + 3% Ceniza de Conchas	5.65	1.85
Marinas + 10% Ceniza	5.98	1.96
Cascarilla de café	6.56	2.17
SN + 3% Ceniza de Conchas	8.55	2.82
Marinas + 15% Ceniza	8.85	2.95
Cascarilla de café	9.39	3.17
SN + 6% Ceniza de Conchas	12.21	4.04
Marinas + 5% Ceniza	12.30	4.15
Cascarilla de café	13.29	4.38

SN + 6% Ceniza de Conchas	7.74	2.62
Marinas + 10% Ceniza	8.47	2.83
Cascarilla de café	8.82	2.95
SN + 6% Ceniza de Conchas	9.77	3.27
Marinas + 15% Ceniza	10.56	3.49
Cascarilla de café	11.22	3.71
SN + 9% Ceniza de Conchas	15.13	5.04
Marinas + 5% Ceniza	16.23	5.34
Cascarilla de café	16.72	5.55
SN + 9% Ceniza de Conchas	10.63	3.50
Marinas + 10% Ceniza	11.00	3.73
Cascarilla de café	11.88	3.91
SN + 9% Ceniza de Conchas	11.67	3.81
Marinas + 15% Ceniza	11.88	3.95
Cascarilla de café	12.50	4.15

Nota: Valores reportados de cada ensayo realizado en base a las normativas vigentes.

Figura 4

Promedios de absorciones de agua por capilaridad



Nota: Los valores porcentuales son promedios de las tres repeticiones realizadas por cada combinación de estabilizantes.

D0: SN, D1: 3 CM + 5 CC, D2: 3 CM + 10 CC, D3: 3 CM + 15 CC, D4: 6 CM + 5 CC, D5: 6 CM + 10 CC, D6: 6 CM + 15 CC, D7: 9 CM + 5 CC, D8: 9 CM + 10 CC y D9: 9 CM + 15 CC.

SN: Suelo Natural, CM: Ceniza Conchas Marinas y CC: Ceniza cascarilla de café.

Erosión acelerada por goteo

Tabla 9

Ensayo de erosión acelerada SWINBURNE

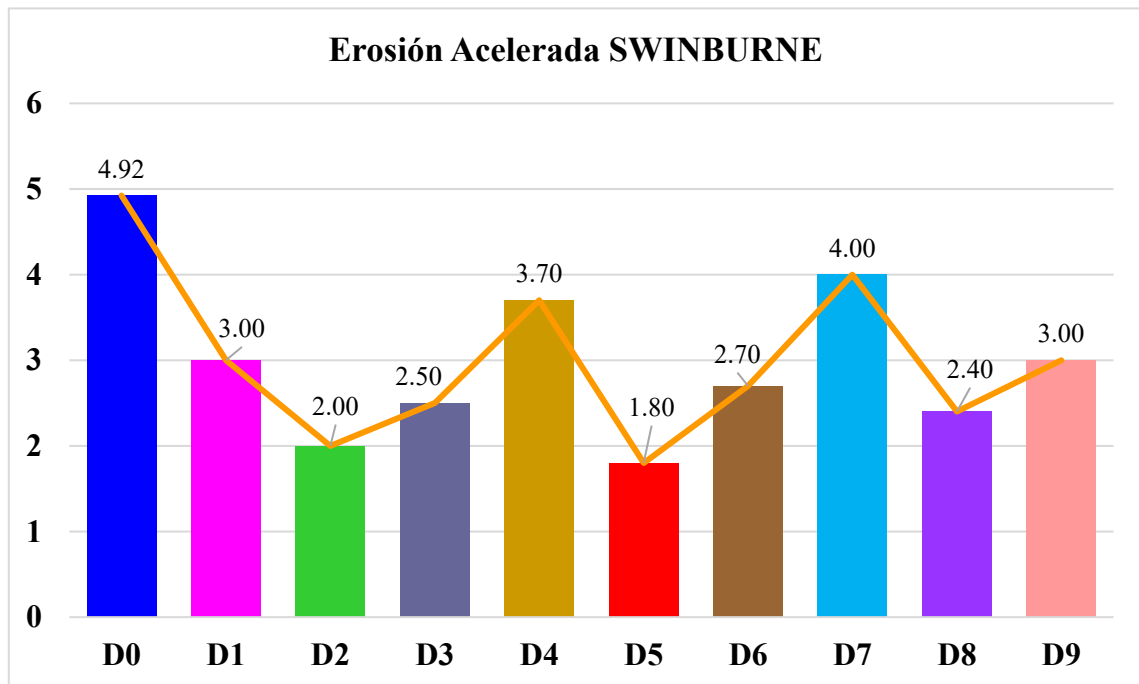
Dosificación	D (mm)	Criterio	
	5.20		Apto
Suelo Natural (SN)	5.10	$0 \leq D \leq 10$	Apto
	4.47		Apto
SN + 3% Ceniza de	2.75		Apto
Conchas Marinas + 5%	3.00	$0 \leq D \leq 10$	Apto
Ceniza Cascarilla de café	3.25		Apto
SN + 3% Ceniza de	1.85		Apto
Conchas Marinas + 10%	2.00	$0 \leq D \leq 10$	Apto
Ceniza Cascarilla de café	2.15		Apto
SN + 3% Ceniza de	2.30		Apto
Conchas Marinas + 15%	2.50	$0 \leq D \leq 10$	Apto
Ceniza Cascarilla de café	2.70		Apto
SN + 6% Ceniza de	3.70		Apto
Conchas Marinas + 5%	3.60	$0 \leq D \leq 10$	Apto
Ceniza Cascarilla de café	3.80		Apto

SN + 6% Ceniza de	1.65		Apto
Conchas Marinas + 10%	1.80	$0 \leq D \leq 10$	Apto
Ceniza Cascarilla de café	1.95		Apto
SN + 6% Ceniza de	2.50		Apto
Conchas Marinas + 15%	2.70	$0 \leq D \leq 10$	Apto
Ceniza Cascarilla de café	2.90		Apto
SN + 9% Ceniza de	3.70		Apto
Conchas Marinas + 5%	4.00	$0 \leq D \leq 10$	Apto
Ceniza Cascarilla de café	4.30		Apto
SN + 9% Ceniza de	2.20		Apto
Conchas Marinas + 10%	2.40	$0 \leq D \leq 10$	Apto
Ceniza Cascarilla de café	2.60		Apto
SN + 9% Ceniza de	2.85		Apto
Conchas Marinas + 15%	3.00	$0 \leq D \leq 10$	Apto
Ceniza Cascarilla de café	3.15		Apto

Nota: Valores reportados de cada ensayo realizado en base a las normativas vigentes.

Figura 5

Promedios de erosiones aceleradas SWINBURNE



Nota: Los valores porcentuales son promedios de las tres repeticiones realizadas por cada combinación de estabilizantes.

D0: SN, D1: 3 CM + 5 CC, D2: 3 CM + 10 CC, D3: 3 CM + 15 CC, D4: 6 CM + 5 CC, D5: 6 CM + 10 CC, D6: 6 CM + 15 CC, D7: 9 CM + 5 CC, D8: 9 CM + 10 CC y D9: 9 CM + 15 CC.

SN: Suelo Natural, CM: Ceniza Conchas Marinas y CC: Ceniza cascarilla de café.

3.3. Propiedades mecánicas

Como **tercer objetivo específico** se tuvo “Analizar las propiedades mecánicas de los adobes estabilizados con ceniza de conchas marinas y cascarilla de café”, presentando la Tabla 8, donde se muestra los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión, también se plasman las Figuras 6 con los promedios del ensayo antes mencionado.

Tabla 10

Ensayo de resistencia a la compresión

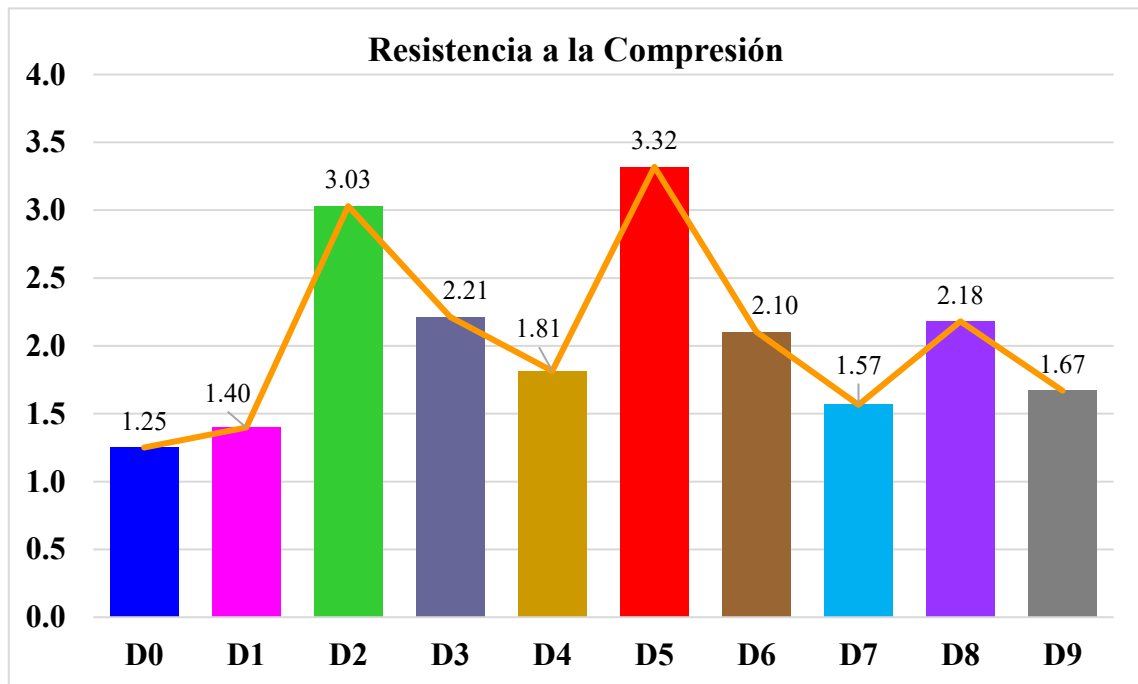
Dosificación	Resistencias a la compresión (MPa)	Dosificación	Resistencias a la compresión (MPa)
Suelo Natural (SN)	1.21	SN + 6% Ceniza	3.10
	1.27	de Conchas	3.35
	1.23	Marinas + 10%	3.55
	1.24	Ceniza Cascarilla	3.42
	1.30	de café	3.18
SN + 3% Ceniza	1.25	SN + 6% Ceniza	1.95
de Conchas	1.40	de Conchas	2.10
Marinas + 5%	1.55	Marinas + 15%	2.25
Ceniza Cascarilla	1.42	Ceniza Cascarilla	2.18
de café	1.37	de café	2.04
	2.82		1.35

SN + 3% Ceniza	2.99	SN + 9% Ceniza	1.60
de Conchas	3.14	de Conchas	1.85
Marinas + 10%	3.22	Marinas + 5%	1.55
Ceniza Cascarilla		Ceniza Cascarilla	
de café	2.97	de café	1.48
SN + 3% Ceniza	2.00	SN + 9% Ceniza	1.85
de Conchas	2.20	de Conchas	2.20
Marinas + 15%	2.40	Marinas + 10%	2.55
Ceniza Cascarilla	2.15	Ceniza Cascarilla	2.32
de café	2.31	de café	1.98
SN + 6% Ceniza	1.60	SN + 9% Ceniza	1.45
de Conchas	1.80	de Conchas	1.70
Marinas + 5%	2.00	Marinas + 15%	1.95
Ceniza Cascarilla	1.92	Ceniza Cascarilla	1.67
de café	1.75	de café	1.58

Nota: Valores reportados de cada ensayo realizado en base a las normativas vigentes.

Figura 6

Promedios de resistencias a la compresión



Nota: Los valores porcentuales son promedios de las tres repeticiones realizadas por cada combinación de estabilizantes.

D0: SN, D1: 3 CM + 5 CC, D2: 3 CM + 10 CC, D3: 3 CM + 15 CC, D4: 6 CM + 5 CC, D5: 6 CM + 10 CC, D6: 6 CM + 15 CC, D7: 9 CM + 5 CC, D8: 9 CM + 10 CC y D9: 9 CM + 15 CC.

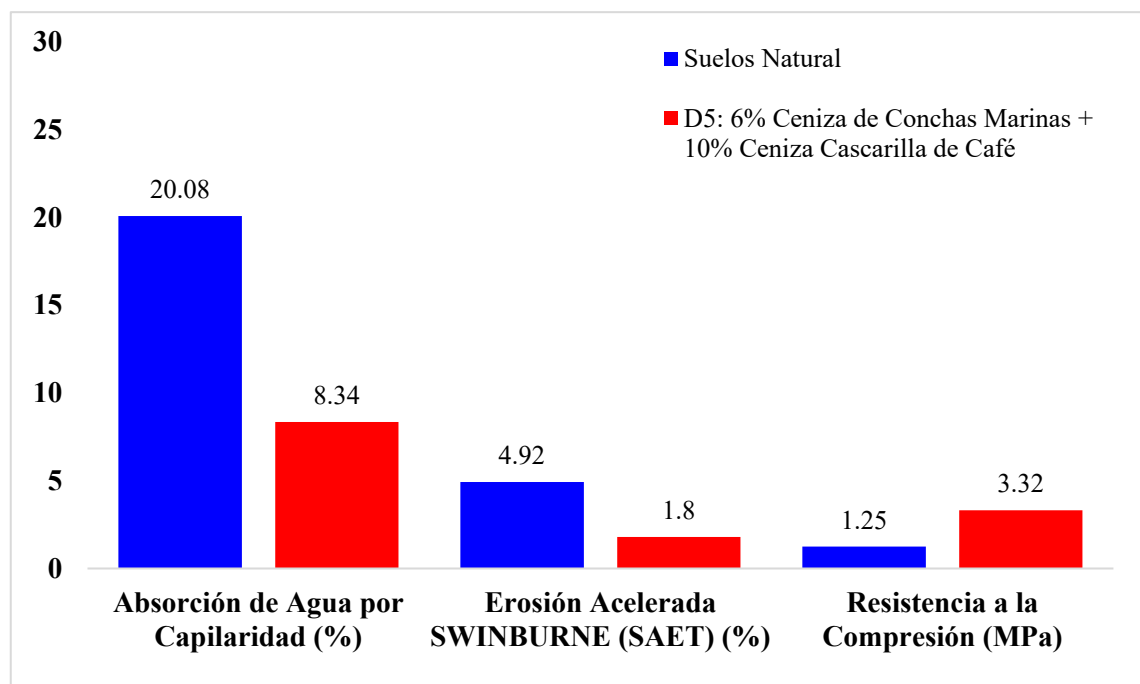
SN: Suelo Natural, CM: Ceniza Conchas Marinas y CC: Ceniza cascarilla de café.

3.4. Dosificación óptima

Como **cuarto objetivo específico** se tuvo “Definir la dosificación óptima de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de adobes estabilizados”, presentando la Figura 7, donde se muestra la comparación de resultados de las propiedades físicas y mecánicas de los adobes de suelo natural y adobes estabilizados.

Figura 7

Comparación de propiedades



Nota: Los valores representan una comparación de las propiedades físicas y mecánicas de los adobes elaborados suelo natural y adobes estabilizados con la mejor combinación de ceniza de conchas marinas y ceniza de cascarilla de café.

3.5. Análisis Estadístico de Datos

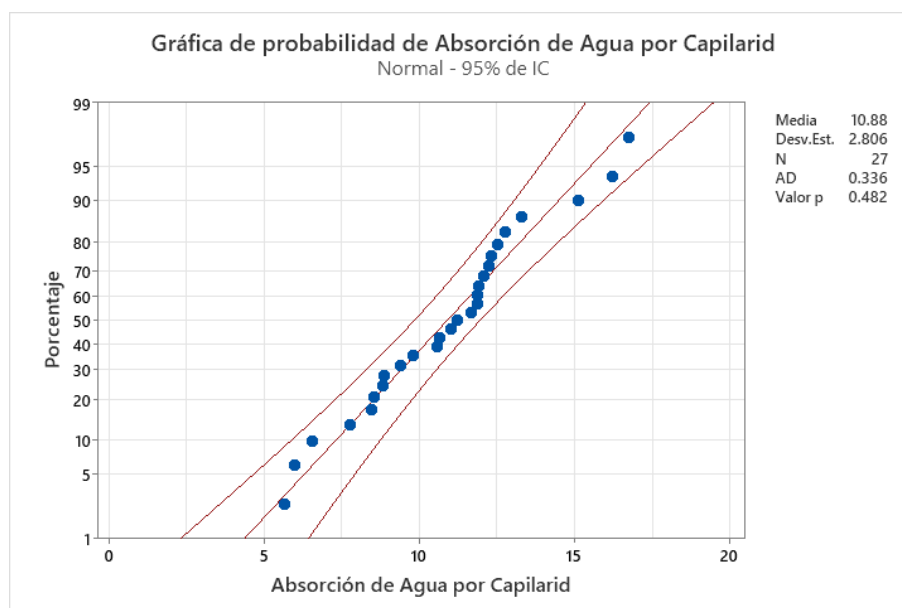
Este análisis consiste en determinar la normalidad y el uso del método paramétrico ANOVA, conocido como el análisis de varianza, para ello, se utilizó el software Minitab Statistical.

Prueba de normalidad

La prueba de normalidad consistió en corroborar la distribución normal de los resultados obtenidos de cada ensayo en el presente estudio, mostrando las Figuras 7, 8 y 9, cuyo nivel significancia está representado por el Valor “p” que debe cumplir con un valor mayor a 0.05.

Figura 8

Normalidad en diagrama de cuantiles – Absorción capilar

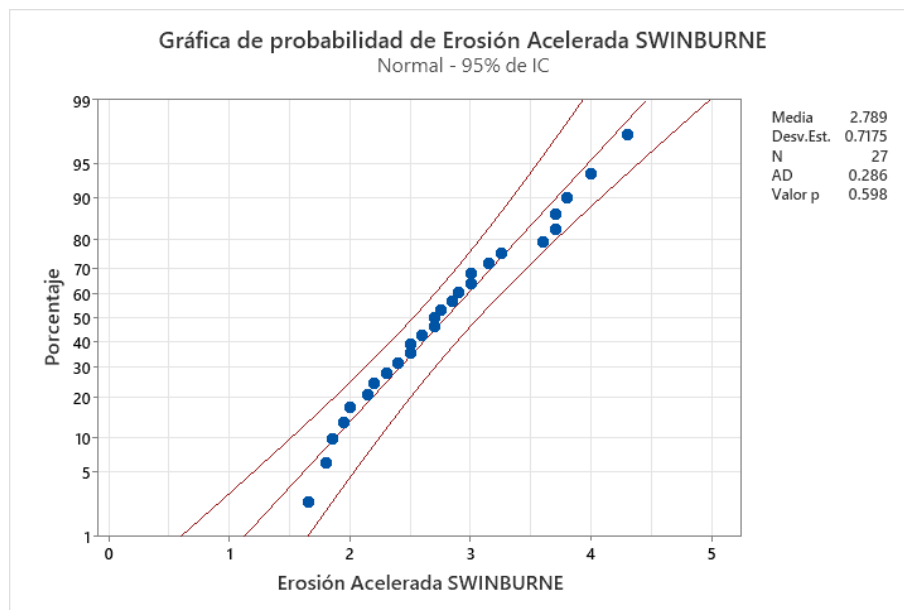


Nota: Diagrama obtenido de la evaluación de probabilidad en la normalidad en los datos del ensayo absorción de agua por capilaridad.

La normalidad para el ensayo de absorción de agua por capilaridad, se muestra en la figura anterior donde se observa una distribución normal de datos, con un valor “p” de 0.482.

Figura 9

Normalidad en diagrama de cuantiles – Erosión acelerada por goteo

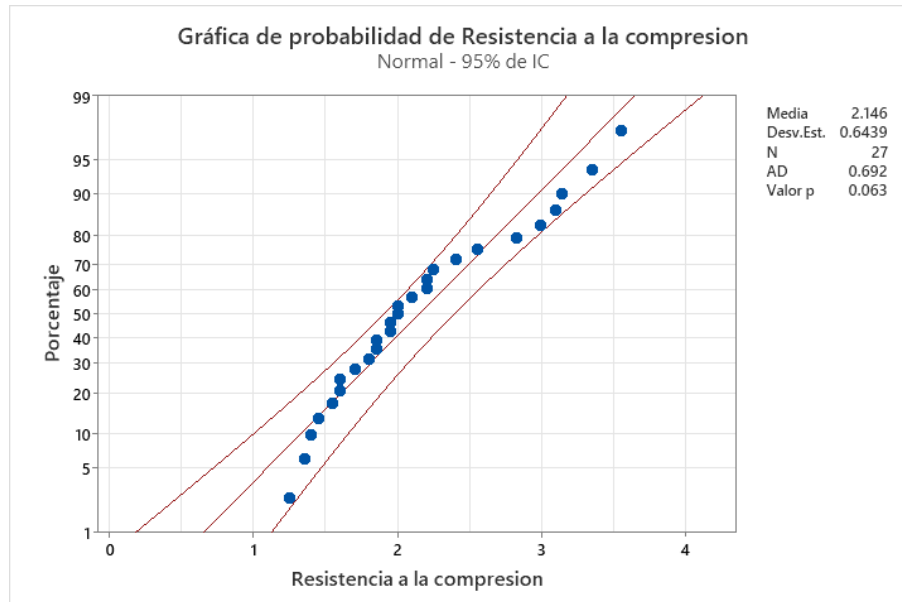


Nota: Diagrama obtenido de la evaluación de probabilidad en la normalidad en los datos del ensayo erosión acelerada SWINBURNE.

La normalidad para el ensayo de erosión acelerada SWINBURNE, se muestra en la figura anterior donde se observa una distribución normal de datos, con un valor “p” de 0.598.

Figura 10

Normalidad en diagrama de cuantiles – Resistencia a la compresión



Nota: Diagrama obtenido de la evaluación de probabilidad en la normalidad en los datos del ensayo resistencia a la compresión.

La normalidad para el ensayo de resistencia a la compresión, se muestra en la figura anterior donde se observa una distribución normal de datos, con un valor “p” de 0.063.

Análisis de varianza

El análisis de varianza consistió en evaluar estadísticamente los resultados obtenidos de cada ensayo en el presente estudio, mostrando las Figuras 9, 10 y 11, cuyo nivel significancia está representado por el Valor “p” que debe cumplir con un valor menor a 0.05.

Tabla 11
Información del factor

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Cenizas de conchas marinas	Fijo	3	3%; 6%; 9%
Cenizas de cascarilla de café	Fijo	3	5%; 10%; 15%

Nota: Tabla obtenida de la evaluación de la varianza en los datos de cada ensayo.

Tabla 12
ANOVA – Absorción capilar

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F_o	F_α	Significancia
Cenizas de CM (A)	2	73.86	36.93	109.49	3.55	0.000
Cenizas de CC (B)	2	118.89	59.45	176.25	3.55	0.000
Interacción AxB	4	5.96	1.49	4.42	2.93	0.012
Error	18	6.07	0.34			
Total	26	204.78				

Nota: Tabla obtenida de la evaluación de varianza en los datos del ensayo absorción de agua por capilaridad.

El análisis de varianza para el ensayo de absorción de agua por capilaridad, se muestra en la tabla anterior donde se observa una significancia de datos, con un valor “p” de las variables individuales de 0.000 y en combinación de 0.012.

Tabla 13
ANOVA – Erosión acelerada por goteo

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F_o	F_α	Significancia
Cenizas de CM (A)	2	1.85	0.92	23.74	3.55	0.000
Cenizas de CC (B)	2	10.17	5.08	130.71	3.55	0.000
Interacción AxB	4	0.67	0.17	4.33	2.93	0.013
Error	18	0.7	0.04			
Total	26	13.39				

Nota: Tabla obtenida de la evaluación de varianza en los datos del ensayo erosión acelerada SWINBURNE.

El análisis de varianza para el ensayo de erosión acelerada SWINBURNE, se muestra en la tabla anterior donde se observa una significancia de datos, con un valor “p” de las variables individuales de 0.000 y en combinación de 0.013.

Tabla 14
ANOVA – Resistencia a la compresión

Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F_o	F_α	Significancia
Cenizas de CM (A)	2	1.53	0.77	15.38	3.55	0.000
Cenizas de CC (B)	2	7.20	3.60	72.19	3.55	0.000
Interacción AxB	4	1.15	0.29	5.75	2.93	0.004

Error	18	0.90	0.05
Total	26	10.78	

Nota: Tabla obtenida de la evaluación de la varianza en los datos del ensayo resistencia a la compresión.

El análisis de varianza para el ensayo de resistencia a la compresión, se muestra en la tabla anterior donde se observa una significancia de datos, con un valor “p” de las variables individuales de 0.000 y en combinación de 0.004.

4. CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Debido al **primer objetivo específico** “*Clasificar el suelo utilizado para la fabricación de adobes estabilizados*”, se determinó las propiedades del suelo natural extraído de los puntos de investigaciones realizados en el estudio con la intención de tipificar al suelo mediante las clasificaciones SUCS, llegando a **obtener como resultados** lo visualizado en la Tabla 5, cuyo suelo contuvo una humedad del 19% aproximadamente, con una composición física que abarco presencia de gravas, arenas y material fino en rangos de 0.43% a 1.74%, 13.65% a 16.50% y 82.81% a 85.75%, respectivamente, también se obtuvo los límites de Atterberg con valores promedio de 38.50% en límite líquido, 20.04% límite plástico y 18.45% para índice de plasticidad, conllevando a una clasificación SUCS perteneciente a una simbología “CL” con un significado de un material arcilloso de mediana plasticidad; estos **resultados concuerdan** con los estudios utilizados como antecedentes para la presente investigación, dado que los autores utilizaron suelo arcillosos o suelos con altos contenidos de material fino (limos y arcillas) para el desarrollo de sus estudios, con la intención de evaluar la influencia de los estabilizantes en un suelo con un comportamiento cohesivo; por todo ello, la **tendencia de los resultados** se atribuye al tamaño granulométrica y la composición física del suelo, dado que, basados en las divisiones principales de la clasificación SUCS, el suelo pertenece a un suelo grano fino debido a que mas de la mitad del material pasa el tamiz N° 200, luego como su límite líquido es menor a 50%, se puede tipificar solo con tres simbologías de grupo, finalmente usando el Ábaco Casagrande se determinó específicamente el tipo de suelo con una simbología “CL” perteneciente a arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad.

Debido al **segundo objetivo específico** “*Evaluar las propiedades físicas de los adobes estabilizados con ceniza de conchas marinas y cascarilla de café*”, se determinó la absorción de agua por capilaridad, cuya propiedad es la encargada de obtener la capacidad de absorción de agua en contra de la gravedad, es decir absorción de agua por capilaridad en un tiempo determinado, también se halló la erosión acelerada SWINBURNE, cuya propiedad evalúa la resistencia de los materiales a la erosión de agua, en este caso particular, analiza a los adobes en una erosión por goteo, llegando a **obtener como resultados** lo visualizado en la Figura 4, **absorciones capilares** promedios de 20.08% para adobes elaborados con suelo natural, logrando disminuir dicho valor a 6.06%, 8.34% y 11.17% para las combinaciones de 3%, 6% y 9% de ceniza conchas marinas con el 10% de ceniza cascarilla de café, del mismo modo, se alcanzó resultados con la **erosión acelerada** medidas en profundidad de impacto de 4.92 mm para el suelo natural, 2.00 mm, 1.80 mm y 2.40 mm para las dosificaciones antes mencionadas; estos **resultados concuerdan** con los estudios Jannat et al (2022) quienes, al evaluar la prueba del goteo, aminoraron la profundidad de picadura de 4.87 mm a 2.16 mm con 40% polvo de cáscara de huevo, 2.18 mm con 2.5% polvo de aserrín y 2.73 mm con 2.5% polvo de cáscara de coco, luego Sánchez (2020) al utilizar el cemento disminuyó la absorción de agua de 22.01% a 19.47%; también los **resultados difieren** con los estudios de Bolaños (2016) la absorción aumento de 11.72% a 14.21% con el 15% de goma de tuna; por todo ello, la **tendencia de los resultados** se atribuye a la presencia del óxido de calcio en las cenizas de conchas marinas y el óxido de silicio que contiene las cenizas de cascarilla de café, porque al reaccionar ambos óxidos en presencia de agua y luego de evaporarse la misma, se forma partículas con un grado significativo de impermeabilidad, lo que hace disminuir a la capacidad de absorción capilar conforma se incrementa la cantidad de estabilizantes, llegando a decaer hasta en 58.47% de su valor inicial, lo mismo ocurre con la erosión

acelerada cuya propiedad se aminora hasta un 63.41%; además, al entrar tanto los iones de silicio como calcio dentro del paquete estructural del suelo natural, estos iones al tener mayor radio atómico, reducen los espacios intersticiales volviendo más compacto al suelo y por ende, se dificulta el paso, salida y absorción de agua.

Debido al **tercer objetivo específico** “*Analizar las propiedades mecánicas de los adobes estabilizados con ceniza de conchas marinas y cascarilla de café*”, se determinó la resistencia a la compresión de los adobes porque según las normativas vigentes, esta es una de las propiedades más importantes cuando se mencionado adobes porque de esta característica depende la calidad del suelo con la que se trabajara y las posibles falencia que puede tener al soporta cargas en las viviendas, también se menciona que, la resistencia mínima debe ser 1.0 MPa o 10.2 kg/cm², llegando a **obtener como resultados** lo visualizado en la Figura 6, resistencias a la compresión promedios 1.25 MPa en adobes elaborados con suelo natural, 3.03 MPa, 3.32 MPa y 2.18 MPa como máximas resistencia para las combinaciones de 3%, 6% y 9% de ceniza conchas marinas con el 10% de ceniza cascarilla de café; estos **resultados concuerdan** con los estudios de Vázquez, Guzman e Iñiguez (2015) porque mejoraron la compresión inicial de 0.518 MPa y 0.673 MPa a 2.849 MPa con 10% de ceniza de arroz y 1.048 MPa con la mezcla de 10% ceniza de arroz - 2% cloruro de sodio, también Quiteño, A. (2015) aumentaron la compresión de 3.12 kg/cm² a 13.31 kg/cm² con el 7% de óxido de calcio, del mismo modo, Dao et al (2018) incrementó la propiedad de 2.6 MPa a 3.2 MPa con 12% de cemento, luego Moreira (2017) acrecentó la compresión hasta 22.21 kg/cm² con una combinación de cemento – cal y 11% de ceniza de cascarilla de arroz, así mismo, Dormohamadi y Rahimnia (2020) mejoraron la compresión del suelo natural en 60% utilizando material fino como arcilla, a su vez, Concha, Antico y López (2021) aumentaron la compresión de 0.76 MPa a 1.85 MPa con el 50% de caolín, seguidamente Jannat et al (2022) incrementó

el valor de 4.06 MPa a 5.68 MPa, 4.74 MPa y 4.78 MPa con el 40% polvo de cáscara de huevo, 5% polvo de aserrín y 2.5% polvo de cáscara de coco, además, Zohra et al (2022) superó la compresión de 3.8 MPa a 5.2 MPa con 70% de cal, posteriormente, Bolaños (2016) usando goma de tuna acrecentó la propiedad de 19.19 kg/cm² a 27.56 kg/cm² con 15% de este componente, también Soto (2016) usando betónica sódica mejoró el valor de 17.26 kg/cm² a 36.94 kg/cm² con el 16% en peso de ese material, finalmente, Sánchez (2020) aumentó la compresión de 20.75 kg/cm² a 27.74 kg/cm² con 4% de cemento; también los **resultados difieren** con los estudios de Paredes y De la Cruz (2017) porque la compresión decayó de 4.06 MPa a 3.74 MPa con el uso de 20% de ceniza de cascarilla de arroz, también Altamirano (2018) al usar cal como estabilizantes, la compresión decayó en valores máximos de 13.07 kg/cm² a 10.20 kg/cm² y como valores mínimos de 2.96 kg/cm² a 2.60 kg/cm², luego Antinori. (2018) al evaluar la compresión decayó la propiedad de 45.35 kg/cm² a 39.86 kg/cm² con el 15% de cerámica triturada, finalmente, León (2019) al usar 1% ceniza de cascarilla de arroz aminoró la compresión de 16.24 kg/cm² a 14.30 kg/cm²; por todo ello, la **tendencia de los resultados** se atribuye a la composición química de ambas cenizas, porque las cenizas de conchas marinas contienen altas cantidad de óxido de calcio y las cenizas de cascarilla de café albergan oxido de silicio en su composición, entonces al mezclarse y reaccionar estos compuestos formar una reacción cementante, generando un endurecimiento significativo en el suelo; también ocurre otra reacción química entre el ion sílice y los componentes del suelo, denominada reacción de sustitución iónica, cuya reacción genera una mayor fuerza de los enlaces y mejora la configuración, ocasionando un mejor empaquetamiento estructural y dureza del suelo.

Debido al **cuarto objetivo específico** “*Definir la dosificación optima de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café para mejorar las propiedades físicas y*

mecánicas de adobes estabilizados”, se determinó las propiedades de los adobes elaborados con suelo natural y los adobes estabilizados con ceniza de conchas marinas y cascarilla de café, con la intención de encontrar la mejor combinación de ambas cenizas que brinden las máximas mejoras en las propiedades de absorción capilar, erosión acelerada y resistencia a la compresión, llegando a **obtener como resultados** lo visualizado en la Figura 7, observando una mejora de la absorción de agua por capilaridad en disminuir la propiedad de 20.08% a 8.34%, del mismo modo, la erosión acelerada decayó con una profundidad de picadura de 4.92 mm a 1.80 y la resistencia a la compresión se mejoró de 1.25 MPa a 3.32 MPa con la combinación de 6% ceniza de conchas marinas y 10% ceniza de cascarilla de café; estos **resultados concuerdan** con la mayoría de estudios utilizados en la presente investigación, porque la intención de los autores fue mejorar las propiedades iniciales de los adobes elaborados con suelo natural de cada zona; por todo ello, la **tendencia de los resultados** se atribuye a que se observa que al incorporar ceniza de conchas marinas (CCM) y ceniza de cáscara de café (CCC) al adobe, las propiedades como la resistencia a la compresión, la erosión acelerada y la capacidad de absorción mejoran hasta cierto punto, pero luego comienzan a deteriorarse, en particular, el mejor comportamiento se alcanza con 6% de CCM y 10% de CCC, combinación en la que se logra una mayor resistencia mecánica, menor desgaste por erosión y una absorción de agua moderada, este comportamiento se debe a que, en proporciones controladas, las cenizas actúan como estabilizantes minerales que ayudan a compactar mejor la mezcla, rellenando vacíos y reduciendo la porosidad del adobe, sin embargo, al superar ese contenido óptimo, al usar 15% de CCC se incrementa la cantidad de partículas finas no reactivas, lo que debilita la estructura del adobe, genera más poros conectados y reduce la cohesión entre partículas, también el uso de cenizas es beneficioso para mejorar el

desempeño del adobe, siempre que se mantenga dentro de un rango de dosificación adecuado que favorezca la compactación sin saturar la mezcla.

Limitaciones

Las limitaciones de la investigación que analiza la influencia de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café en adobes estabilizados, consistieron en primera instancia la calcinación de las conchas marinas y la temperatura de quema, porque a pesar de existir diversos antecedentes y fuentes bibliográficas que indican que la temperatura varía entre 800 °C y 950 °C, el laboratorio recomendó una calcinación a 890 °C; como segunda limitación se tuvo que, en la ciudad de Trujillo solo un laboratorio cuenta el servicio de calcinación a esas temperaturas; por otro lado, los ensayos físicos realizados fueron realizados en base a la normativa UNE 41410, cuyas propiedades fueron la absorción capilar y la erosión acelerada por goteo, y como estos ensayos simulan situaciones específicas, los laboratorios no contaban con dichos equipo, por lo que, solo un laboratorio pudo brindar dicho servicio; y como tercera limitación se tuvo a la climatología de la zona, dado que a pesar del secado de adobes a la intemperie bajo sombra, no se tuvo el completo control del viento, humedad del ambiente, intensidad del sol y otros factores climatológicos.

Implicancias

Las implicancias radican en el uso de cenizas de origen natural como las cenizas de conchas marinas y cenizas de cascarilla de café, dado que, el primer es un residuo calcáreo que no tiene un segundo uso y es desechado sin ningún control, acopiándose en los botaderos de Trujillo, ocasionando contaminación ambiental y malestar de los residentes cercanos a dicha zona por los malos olores de estas conchas marinas; el otro es un subproducto de la quema de ladrillos, dado que la cascarilla es usada como

combustible para la calcinación de ladrillos, resultando como desecho una ceniza sin ninguno uso, acumulándose en zonas cerca a ciudad ocasionando contaminación y polución al medio ambiente; entonces, se pretendió utilizar dos residuos contaminantes para mejorar las propiedades de los adobes con la intención de disminuir el impacto negativo de su contaminación, mejorar la calidad de los adobes y brindar nuevos conocimientos sobre la estabilización de adobes con componentes de origen natural, mejorando sus propiedades físicas y mecánicas; además, se brinda el conocimiento sobre la reacción entre las cenizas de conchas marinas y cascarilla de café, dado que la primera al contar con altas cantidad de óxido de calcio y la otra de óxido de silicio, se genera una reacción puzolánica porque la tendencia de la sílice para combinarse con la cal en presencia de agua, genera nuevos compuestos con características cementantes, es decir, esta mezcla ocasiona una resistencia por endurecimiento hidráulico; por otro lado, el desarrollo de la investigación genera un nuevo conocimiento sobre la combinación de materiales para mejorar propiedades iniciales pudiendo adicionar dicha información en la normativa CE 020, donde se menciona la efectividad de estabilizadores como la cal, cemento y asfalto pero no de otros materiales, del mismo modo, en la normativa E 080 se podría adicionar los ensayos de absorción de agua por capilaridad y ensayo de erosión acelerada SWINBURNE (SAET), porque la norma en mención solo menciona información sobre la resistencia a la compresión de bloques, pilas y muretes, pero no hace alusión a problemas reales como el desgastes de los adobes por factores climáticos como lluvias, erosión abrasiva o la absorción capilar.

4.2. Conclusiones

Se determinó la influencia de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café sobre las propiedades físicas y mecánicas de adobes estabilizados, Trujillo – 2025, mejorar sus propiedades físicas al disminuir la capacidad de absorción capilar y aminorar la erosión acelerada SWINBURNE, así como mejorar las propiedades mecánicas al incrementar la resistencia a la compresión.

Se clasificó el suelo utilizado para la fabricación de adobes estabilizados, tipificándolo según la clasificación SUCS como un suelo de simbología “CL” significando un material arcilloso de mediana plasticidad, debido a sus límites promedio de 38.50%, para el líquido, 19.88 en el plástico y 18.45% en índice de plasticidad, con 83.88% de material fino (limos y arcillas) en su composición física.

Se evaluó las propiedades físicas de los adobes estabilizados con ceniza de conchas marinas y cascarilla de café, resultando en la disminución máxima promedio de capacidad de absorción capilar de 20.08% para el suelo natural hasta 6.06% con la combinación de 3% ceniza de conchas marinas y 10% ceniza de cascarilla de café, respecto a la erosión acelerada SWINBURNE, se tuvo el mismo efecto con la misma mezcla de cenizas, reduciendo la profundidad de picadura de 4.92 mm a 2.00 mm.

Se analizó las propiedades mecánicas de los adobes estabilizados con ceniza de conchas marinas y cascarilla de café, resultando en el incremento máximo promedio de resistencia a la compresión de 1.25 MPa para el suelo natural hasta 3.32 MPa con la combinación de 6% ceniza de conchas marinas y 10% ceniza de cascarilla de café.

Se definió la dosificación óptima de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de adobes estabilizados, siendo la mejor combinación la mezcla de 6% ceniza de conchas marinas y 10% ceniza de

cascarilla de café, porque aminora la absorción capilar de 20.08% a 8.34%, decrece la erosión acelerada de 4.92 mm a 1.80 mm y aumenta la compresión de 1.25 MPa a 3.32 MPa.

Recomendaciones

Se recomienda evaluar otras propiedades físicas como la durabilidad, absorción, variación volumétrica o peso unitario de los adobes, con la intención de obtener un mejor mapeo de las propiedades que puedan afectar su perduración en el tiempo.

Se recomienda evaluar otras propiedades mecánicas como esfuerzos de roturas en pilas y muretes, con la intención de obtener información sobre el comportamiento de los adobes como estructura.

Se recomienda realizar un análisis microestructural a las cenizas para determinar su microscopia antes y después de convertirse en cenizas.

REFERENCIAS

Altamirano, O. (2018). *Análisis de la resistencia a compresión del adobe estabilizado con cal en la ciudad de Cajamarca*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

Antinori, L. (2018). Resistencia a compresión y flexión del adobe compactado con reemplazo de cerámica triturada. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación*.

Barnett, C. (2022). ¿Por qué hay menos conchas marinas en las orillas del mar? <https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2022/07/por-que-hay-menos-conchas-marinas-en-las-orillas-del-mar>

Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales*.

Bolaños, J. (2016). *Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

Cabrera, D. y Huaynate, W. (2010). *Mejoramiento de las construcciones de adobe ante una exposición prolongada de agua por efecto de inundaciones*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

Concha, J., Antico, F. y López, S. (2021) *Mechanical strength, mass loss and volumetric changes of drying adobe matrices combined with kaolin and fine soil particles*.

Concha, J., Antico, F. y Araya, G. (2020). Open-access Mechanical and damage similarities of adobe blocks reinforced with natural and industrial fibres. *Matéria*, 25(4). <https://doi.org/10.1590/S1517-707620200004.1206>

Correa, N. et al (2023). *Calidad científica: definición, historia, y aplicaciones*. Signos, Investigación en Sistemas de Gestión, 15(1). <https://doi.org/10.15332/24631140.8247>

Dao, K. et al. (2018). *Thermal, hydric and mechanical behaviours of adobes stabilized with cement*. Construction and Building Materials, 158, 84–96. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.10.001>

Díaz, L. (2016). *El mejoramiento físico del adobe para fines constructivos*. (Tesis para maestría). Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.

Dormohamadi, M. y Rahimnia, R. (2020). *Combined effect of compaction and clay content on the mechanical properties of adobe brick*. Case Studies in Construction Materials, 13. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00402>

Duarte, I. et al (2017). *Soil mineralogical composition effects on the durability of adobe blocks from the Huambo region, Angola*. Bull Eng Geol Environ 76, 125–132. <https://doi.org/10.1007/s10064-015-0800-3>

Farah, F., y El Abbassi, A. (2022). *Investigation on the reuse of the sugar co-products (Bagasse, Molasses, and Ash) as industrial wastes in the production of Compressed earth blocks*. Materials Today: Proceedings, 58 (4), 1530–1534. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.295>

Fernández, C. y Baptista, P. (2014) *Metodología de la investigación*.

Gallardo, E. (2017). *Metodología de la Investigación*.

Gamarra, B. y Portal, G. (2018). *Evaluación en la fabricación de bionanofiltros a base de concha-arcilla-almidón, para la purificación de aguas superficiales del río Tablachaca*. (Tesis de pregrado en Ingeniería de Materiales), Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

INEI (2017). *Resumen de centros poblados – primera parte*.

Jannat, N. et al (2022). *Influences of agro-wastes on the physico-mechanical and durability properties of unfired clay blocks*. *Construction and Building Materials*, 318. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.126011>

Jiménez, V. (2020). *Materiales de construcción en el antiguo Egipto*. <https://egiptologia.com/materiales-de-construccion-en-el-antiguo-egipto/>

Knibb, F. (2024). Todo lo que necesitas saber sobre las conchas marinas. <https://www.deepseaworld.com/blog/everything-you-need-to-know-about-seashells/>

León, B. (2019). *Resistencia a la compresión en adobe, estabilizado en 2% y 3% con cenizas de cáscara de huevo y cáscara de arroz*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil). Universidad San Pedro, Chimbote, Perú.

Mellaikhaf, A. et al (2021). *Characterization and thermal performance assessment of earthen adobes and walls additive with different date palm fibers*. *Case Studies in Construction Materials*, 15. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00693>

Mendieta, R. (2022). *Ceniza de cascarilla de café como adición para mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

Mesas, J. (2018). Evaluación en ensayos de erosión acelerada aplicados a ladrillos de tierra comprimida, para la construcción de muros perimétricos en Huancayo. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.

Ministerio de vivienda construcción y saneamiento – Dirección Nacional de Construcción (2010). *Manual de construcción – Edificaciones antisísmicas de adobe*.

Moreira, J. (2017). *Estabilización de Adobe con cemento, cal, arena y cascarilla de arroz, para la construcción de viviendas en el municipio San Isidro, Sebaco y Matagalpa*. (CIVK) Universidad Nacional de ingeniería, Mangua, Nicaragua.

NAMUBAK (2025). *Las Conchas de Mar en Costa Rica: Una Problemática Creciente*. <https://namubak.com/blogs/conservacion-de-la-naturaleza/conchas-de-mar-extraccion-una-problematika-creciente?srsltid=AfmBOop6RQI1v7YJCUZ8Wy4ebQaBqk-LNAQ7cieLeoWzCewh-P73yKP>

Norma técnica E 080. *Adobe*.

Paredes, F. y De la Cruz, G. (2017). *Estudio de estabilizadores en el adobe*.

Pérez, C. (2015). *Confiabilidad: conceptos y tendencias*. <https://visionindustrial.com.mx/industria/operacion-industrial/confiabilidad-conceptos-y-tendencias>

Quiteño, A. (2015). *La cal como elemento que mejora la resistencia en la producción del ladrillo de adobe en el departamento de Ahuchapán*.

Rodríguez, L. (2020). *Adobe bricks with sugarcane molasses and gypsum to enhance compressive strength in the city cogua, Colombia*.

Rosse, M. (2018). *Nueve de cada 10 viviendas de América Latina y el Caribe son de baja calidad.*

https://elpais.com/elpais/2018/10/27/planeta_futuro/1540600189_307714.html

Salas, D. (2020). *La observación en la investigación cuantitativa.*
<https://investigaliacr.com/investigacion/la-observacion-en-la-investigacion-cuantitativa/>

Salazar, M., Icaza, M., y Alejo, O. (2018). *La importancia de la ética en la investigación.* Revista Universidad y Sociedad, 10(1), 305-311.
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000100305&lng=es&tlng=es.](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000100305&lng=es&tlng=es)

Sánchez, M. (2020). *Análisis comparativo de adobe convencional y adobe estabilizado con cemento con fines constructivos.* (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil). Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Peru.

Soto, E. (2016). *Resistencia a compresión y flexión del adobe compactado con incorporación de bentonita sódica, utilizando suelos de diferentes canteras, Cajamarca 2016.* (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

Tejaswini, G. et al. (2022). *Performance of mechanized pugged soil stabilized adobe.*

Topić, N. et al (2023). *Gestión y utilización de residuos de Shell: mitigación de la contaminación orgánica y mejora de la sostenibilidad.* Ciencias Aplicadas , 13 (1), 623.
<https://doi.org/10.3390/app13010623>

Urrego, W., y Godoy, M. (2021). *Revisión—Aprovechamiento de los residuos de la agroindustria del café en la elaboración de materiales compuestos de matriz polimérica.* Prospectiva, 19(2).

Vázquez, M., Guzman, D. e Iñiguez, J. (2015). *Comparación entre propiedades físicas y mecánicas de adobes tradicionales y BTC estabilizados químicamente*. Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, 15° SIACOT – Ecuador.

Weather Spark (2025). Clima y tiempo promedio durante todo el año en Chocope. <https://weatherspark.com/y/19256/Average-Weather-in-Chocope-Peru-Year-Round>

Zohra, F. et al. (2022). *Study of the thermal and mechanical properties of local clay materials activated with quicklime, Sefrou (Morocco)*. Materials Today: Proceedings, 58(4), 1423–1430. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.348>

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de Consistencia

Influencia de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café sobre las propiedades físicas y mecánicas de adobes estabilizados, Trujillo – 2025					
Titulo	Objetivo	Hipótesis	Variables	Metodología	Población
<p>General</p> <p>¿Cuál es la influencia de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café sobre las propiedades físicas y mecánicas de adobes estabilizados, Trujillo – 2025?</p> <p>Específico 1</p> <p>¿Cuál es la clasificación del suelo utilizado para la fabricación de adobes estabilizados?</p> <p>Específico 2</p> <p>¿Cuál es la evaluación de las propiedades físicas de los adobes estabilizados con ceniza de conchas marinas y cascarilla de café?</p> <p>Específico 3</p> <p>¿Cuál es el análisis de las propiedades mecánicas de los adobes estabilizados con ceniza de conchas marinas y cascarilla de café??</p>	<p>General</p> <p>Determinar la influencia de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café sobre las propiedades físicas y mecánicas de adobes estabilizados, Trujillo – 2025.</p> <p>Específico 1</p> <p>Clasificar el suelo utilizado para la fabricación de adobes estabilizados.</p> <p>Específico 2</p> <p>Evaluar las propiedades físicas de los adobes estabilizados con ceniza de conchas marinas y cascarilla de café.</p> <p>Específico 3</p> <p>Analizar las propiedades mecánicas de los adobes estabilizados con ceniza de conchas marinas y cascarilla de café.</p>	<p>General</p> <p>A medida que aumenta la dosificación de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café, mejora las propiedades físicas y mecánicas de adobes estabilizados.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>Dosificación de ceniza de conchas marinas.</p> <p>Dosificación de ceniza de cascarilla de café.</p> <p>Variable Dependiente</p> <p>Propiedades Físicas (Absorción capilar y desgaste por goteo)</p> <p>Propiedades Mecánicas (Resistencia a la compresión)</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada - Explicativa</p> <p>Diseño: Experimental</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>C) Técnicas de recolección de datos</p> <p>Observación y análisis de información.</p> <p>D) Instrumentos de recolección de datos</p> <p>Fichas de observación o protocolos de los ensayos de caracterización, propiedades físicas o mecánicas.</p>	<p>Población</p> <p>Adobes elaborados con suelo extraído de Magdalena de Cao.</p> <p>Muestra</p> <p>La muestra está representada por los 90 adobes fabricados en el estudio, de los cuales 81 son adobes estabilizados y 9 adobes no tienen ningún tipo de adición extraña al suelo.</p> <p>Muestreo</p> <p>Muestreo no probabilístico.</p>

Específico 4

¿Cuál es la dosificación óptima de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de adobes estabilizados?

Específico 4


Definir la dosificación óptima de ceniza de conchas marinas y cascarilla de café para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de adobes estabilizados.

ANEXO 2. Matriz de Operacionalización de Variables

Tipos de variable	Variables	Definición	Definición	Dimensión	Indicadores	Escale de Medición
		Conceptual	Operacional			
Independiente	Porcentaje de ceniza de conchas marinas	Proporción de material expresado en porcentaje, adquirido producto de la calcinación de conchas marinas	Cantidad de ceniza de conchas marinas.	3%, 6% y 9% de ceniza de conchas marinas.	Dosificación en gramos	Intervalo
	Porcentaje de ceniza de cascarilla de café	Proporción de material expresado en porcentaje, adquirido producto de la calcinación de cascarilla de café.	Cantidad de ceniza de cascarilla de café.	5%, 10% y 15% de ceniza de cascarilla de café	Dosificación en gramos	Intervalo
Dependiente	Propiedades Físicas	Son componentes que afectan significativamente a un material o producto ante la reacción de incentivos bajo delimitaciones específicas.	Las propiedades físicas y mecánicas especifican la conducta de un material o producto que ha sido involucrado con acciones externas.	Absorción capilar	Porcentaje de absorción	Intervalo
	Propiedades Mecánicas	Dichos componentes garantizan la fiabilidad de un material o producto para su utilización.		Desgaste por goteo	Profundidad de concavidad	
				Resistencia a la compresión.	Resultados del ensayo Resistencia a la compresión	Intervalo

ANEXO 3. Laboratorio / Ensayos



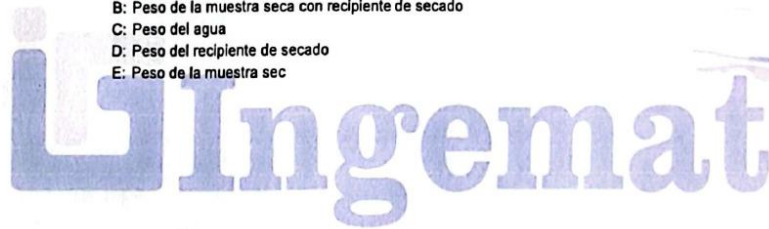
 <small>INVESTIGACIÓN, CONTROL Y SERVICIO DE CALIDAD</small>	INFORME		Código	FO-PS-01
	MÉTODOS DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DETERMINACION EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DEL SUELO ASTM D 2216		Version	1
			Validado	2023
			Página	1 de 1
Proyecto : INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARRILLA DE CAFE SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025 Solicitante : SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN Ubicación : TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD Fecha : 8 DE JULIO DEL 2025 Material : CALICATA 01				

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS

N°	A	B	C	D	E	HUMEDAD (%)	PROMEDIO
01	112.52	102.74	9.78	52.13	50.61	19.32%	19.36%
02	117.91	107.37	10.54	52.79	54.58	19.31%	
03	114.17	104.30	9.87	53.55	50.75	19.45%	

Donde:

- A: Peso de la muestra con recipiente de secado
- B: Peso de la muestra seca con recipiente de secado
- C: Peso del agua
- D: Peso del recipiente de secado
- E: Peso de la muestra sec





 Ing. Luis D. Gallardo Murga
 GERENTE GENERAL
 INGEMAT GALLARDO S A C



 Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
 JEFE DE LABORATORIO
 C.P. 315802

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
 Email: Ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

 <small>INGENIERÍA, CONSULTA Y SERVICIOS DE MATERIAS</small>	INFORME	
	MÉTODOS DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DETERMINACION EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DEL SUELO	
	ASTM D 2216	
	Código	FO-PS-01
	Versión	1
	Validado	2023
	Página	1 de 1

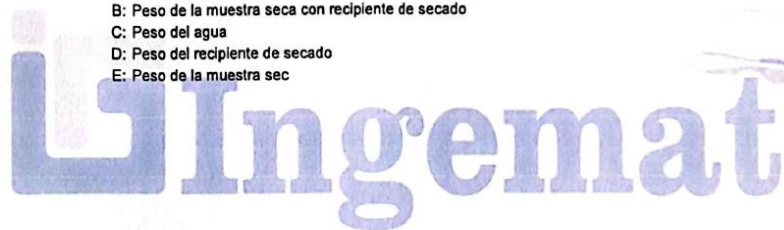
Proyecto : INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025
Solicitante : SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN
Ubicación : TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD
Fecha : 8 DE JULIO DEL 2025
Material : CALICATA 02

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS

N°	A	B	C	D	E	HUMEDAD (%)	PROMEDIO
01	122.97	113.02	9.95	61.14	51.88	19.18%	19.34%
02	150.32	138.16	12.16	75.68	62.48	19.46%	
03	141.30	130.47	10.83	74.58	55.89	19.38%	

Donde:

- A: Peso de la muestra con recipiente de secado
- B: Peso de la muestra seca con recipiente de secado
- C: Peso del agua
- D: Peso del recipiente de secado
- E: Peso de la muestra sec







 Ing. Luis D. Gallardo Murga
 GERENTE GENERAL
 INGEMAT GALLARDO S A C


 Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 315802

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
 Email: ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

	INFORME		Código	FO-PS-01
	MÉTODOS DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DETERMINACION EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DEL SUELO ASTM D 2216		Version	1
			Validado	2023
			Página	1 de 1
Proyecto : INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARRILLA DE CAFE SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025				
Solicitante : SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN				
Ubicación : TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD				
Fecha : 8 DE JULIO DEL 2025				
Material : CALICATA 03				

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS


N°	A	B	C	D	E	HUMEDAD (%)	PROMEDIO
01	130.61	120.22	10.39	66.64	53.58	19.39%	19.28%
02	122.24	111.46	10.78	55.41	56.05	19.23%	
03	138.76	127.70	11.06	70.13	57.57	19.21%	

Donde:

- A: Peso de la muestra con recipiente de secado
- B: Peso de la muestra seca con recipiente de secado
- C: Peso del agua
- D: Peso del recipiente de secado
- E: Peso de la muestra sec







Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C


Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIV. 315302

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
Email: ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

	INFORME	
	MÉTODOS DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DETERMINACION EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DEL SUELO	Código FO-PS-01
	ASTM D 2216	Version 1
		Validado 2023
		Página 1 de 1
Proyecto : INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARRILLA DE CAFE SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025		
Solicitante : SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN		
Ubicación : TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD		
Fecha : 8 DE JULIO DEL 2025		
Material : CALICATA 04		

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS

N°	A	B	C	D	E	HUMEDAD (%)	PROMEDIO
01	143.19	132.24	10.95	75.46	56.78	19.28%	19.22%
02	133.68	122.18	11.50	62.02	60.16	19.12%	
03	145.32	133.71	11.61	73.42	60.29	19.26%	

Donde:

- A: Peso de la muestra con recipiente de secado
- B: Peso de la muestra seca con recipiente de secado
- C: Peso del agua
- D: Peso del recipiente de secado
- E: Peso de la muestra sec







Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C


Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
C.P. 315802

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
Email: ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

	INFORME		Código	FO-PS-01
	MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN		Version	1
	EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD)		Validado	2023
	DEL SUELO ASTM D 2216		Página	1 de 1

Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD
Fecha	: 8 DE JULIO DEL 2025
Material	: CALICATA 05

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS

N°	A	B	C	D	E	HUMEDAD (%)	PROMEDIO
01	151.11	138.80	12.31	74.93	63.87	19.27%	19.32%
02	127.59	117.09	10.50	62.96	54.13	19.40%	
03	132.57	119.65	12.92	52.68	66.97	19.29%	

Donde:

- A: Peso de la muestra con recipiente de secado
- B: Peso de la muestra seca con recipiente de secado
- C: Peso del agua
- D: Peso del recipiente de secado
- E: Peso de la muestra sec






Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C


Ing. Jiseth M. Chirinos Vashquez
JEFE DE LABORATORIO
C.P. 315892

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
Email: ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

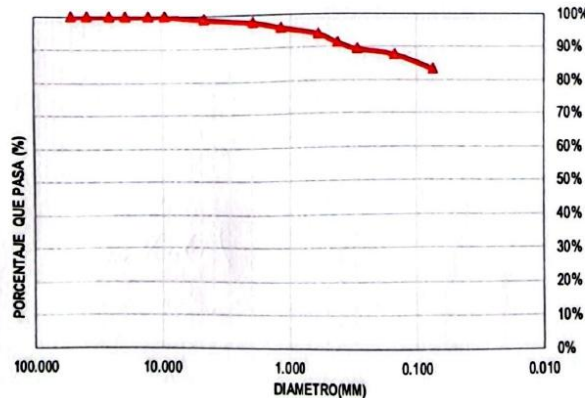
Ingemat <small>LABORATORIOS DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</small>	INFORME	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA DE LOS SUELOS ASTM D 422	Código FO-PS-02
		Version 1
		Validado 2023
		Página 1 de 1

Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD
Fecha	: 09 DE JULIO DEL 2025
Material	: CALICATA 01

ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA DE LOS SUELOS

Peso Original (g)	498.39				
Pérd. por lavado(g)	414.26				
Peso Tamizado (g)	84.13				
ABERT. MALLA	Peso Retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa	
Tamiz	mm				
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19.050	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1/2"	12.700	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.750	5.59	1.12%	1.12%	98.88%
No 10	2.000	6.27	1.26%	2.38%	97.62%
No 16	1.191	7.59	1.52%	3.90%	96.10%
No 30	0.595	10.97	2.20%	6.10%	93.90%
No 40	0.420	13.16	2.64%	8.74%	91.26%
No 50	0.296	10.14	2.03%	10.78%	89.22%
No 100	0.149	8.15	1.64%	12.41%	87.59%
No 200	0.075	22.26	4.47%	16.88%	83.12%
Plato	< 0.075	414.26	83.12%	100.00%	0.00%
Sumatoria		498.39	100.00%		

OBSERVACIONES:	
Tamaño Máximo:	—
Porcentaje en muestra:	
% Grava (3" a #4):	1.12%
% Arena (#4 a #200):	15.76%
% Finos (Menor a #200)	83.12%



[Signature]
Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

[Signature]
Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIP:1315802

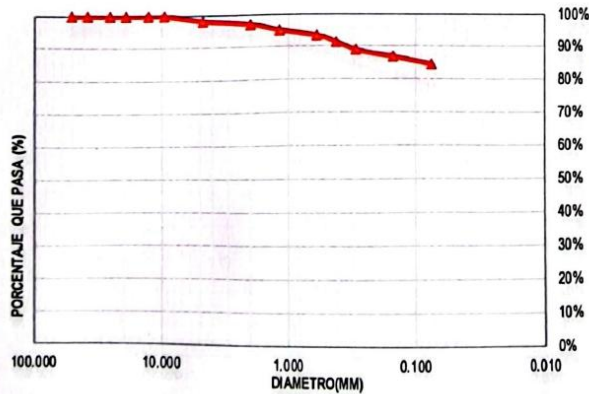
Ingemat <small>INGENIERÍA, ANÁLISIS, TRUJILLO Y CALICATA</small>	INFORME		
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA DE LOS SUELOS ASTM D 422		Código FO-PS-02
			Version 1
			Validado 2023
		Página 1 de 1	

Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARRILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD
Fecha	: 09 DE JULIO DEL 2025
Material	: CALICATA 02

ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA DE LOS SUELOS

Peso Original (g)	500.35			
Pérd. por lavado (g)	423.37			
Peso Tamizado (g)	76.99			
ABERT. MALLA	Peso Retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa
Tamiz	mm			
2"	50.800	0.00	0.00%	100.00%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	100.00%
1"	25.400	0.00	0.00%	100.00%
3/4"	19.050	0.00	0.00%	100.00%
1/2"	12.700	0.00	0.00%	100.00%
3/8"	9.525	0.00	0.00%	100.00%
No 4	4.750	8.70	1.74%	98.26%
No 10	2.000	5.75	1.15%	97.11%
No 16	1.191	9.16	1.83%	95.28%
No 30	0.595	8.77	1.75%	93.53%
No 40	0.420	10.10	2.02%	91.51%
No 50	0.296	12.49	2.50%	89.01%
No 100	0.149	10.65	2.13%	86.89%
No 200	0.075	11.36	2.27%	84.61%
Plato	< 0.075	423.37	84.61%	0.00%
Sumatoria		500.35	100.00%	

OBSERVACIONES:	
Tamaño Máximo:	—
Porcentaje en muestra:	
% Grava (3" a #4):	1.74%
% Arena (#4 a #200):	13.65%
% Finos (Menor a #200)	84.61%



Luis D. Gallardo Murga
Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

Isbeth M. Chirinos Vasquez
Ing. Isbeth M. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIP/515802

	INFORME	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA DE LOS SUELOS ASTM D 422	
	Código	FO-PS-02
	Version	1
	Validado	2023
	Página	1 de 1

Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD
Fecha	: 09 DE JULIO DEL 2025
Material	: CALICATA 03

ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA DE LOS SUELOS

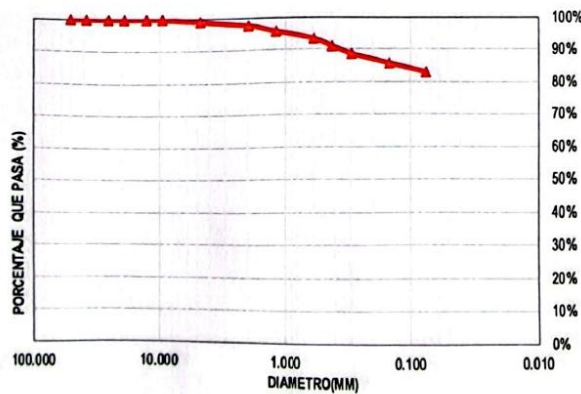
Peso Original (g)	501.79				
Pérd. por lavado(g)	417.00				
Peso Tamizado (g)	84.79				
ABERT. MALLA					
Tamiz	mm	Peso Retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19.050	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1/2"	12.700	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.750	4.82	0.96%	0.96%	99.04%
No 10	2.000	6.43	1.28%	2.24%	97.76%
No 16	1.191	9.46	1.88%	4.13%	95.87%
No 30	0.595	12.00	2.39%	6.52%	93.48%
No 40	0.420	11.47	2.29%	8.81%	91.19%
No 50	0.296	12.62	2.51%	11.32%	88.68%
No 100	0.149	14.11	2.81%	14.13%	85.87%
No 200	0.075	13.88	2.77%	16.90%	83.10%
Plato	< 0.075	417.00	83.10%	100.00%	0.00%
Sumatoria		501.79	100.00%		

OBSERVACIONES:	
Tamaño Máximo:	—
Porcentaje en muestra:	
% Grava (3" a #4):	0.96%
% Arena (#4 a #200):	15.94%
% Finos (Menor a #200)	83.10%



[Signature]
Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

[Signature]
Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIP: D15402



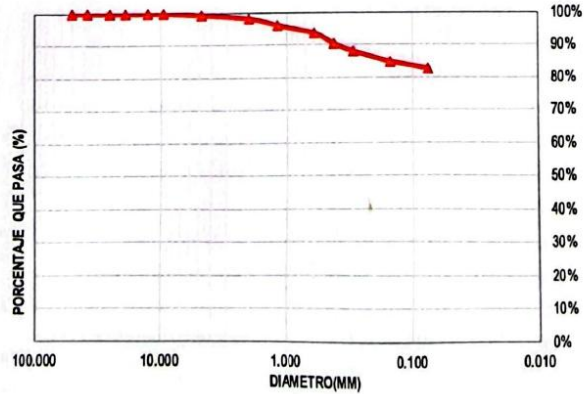
Ingemat LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS	INFORME	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA DE LOS SUELOS	
	ASTM D 422	Código FO-PS-02
	Version 1	Validado 2023
		Página 1 de 1

Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD
Fecha	: 09 DE JULIO DEL 2025
Material	: CALICATA 04

ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA DE LOS SUELOS

Peso Original (g)	497.84				
Pérd. por lavado(g)	412.25				
Peso Tamizado (g)	85.59				
ABERT. MALLA					
Tamiz	mm	Peso Retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19.050	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1/2"	12.700	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.750	3.47	0.70%	0.70%	99.30%
No 10	2.000	5.56	1.12%	1.81%	98.19%
No 16	1.191	10.20	2.05%	3.86%	96.14%
No 30	0.595	12.44	2.50%	6.36%	93.64%
No 40	0.420	15.43	3.10%	9.46%	90.54%
No 50	0.296	12.22	2.45%	11.91%	88.09%
No 100	0.149	16.13	3.24%	15.15%	84.85%
No 200	0.075	10.15	2.04%	17.19%	82.81%
Plato	< 0.075	412.25	82.81%	100.00%	0.00%
Sumatoria		497.84	100.00%		

OBSERVACIONES:	
Tamaño Maximo:	—
Porcentaje en muestra:	
% Grava (3" a #4):	0.70%
% Arena (#4 a #200):	16.50%
% Finos (Menor a #200)	82.81%



[Firma]
Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

[Firma]
Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
C.I. 315802

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
Email: Ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

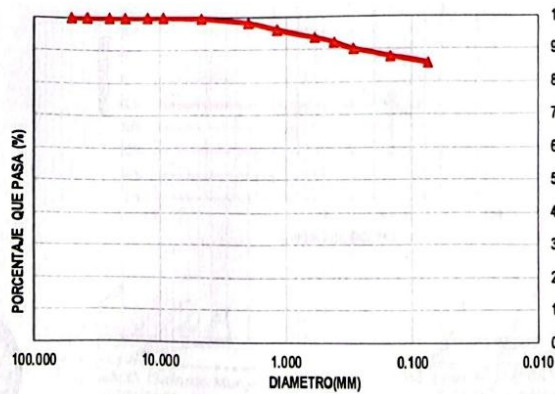
Ingemat <small>LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS</small>	INFORME	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE PARTICULA DE LOS SUELOS	
	ASTM D 422	Código FO-PS-02 Versión 1 Validado 2023 Página 1 de 1

Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD
Fecha	: 09 DE JULIO DEL 2025
Material	: CALICATA 05

ANÁLISIS DEL TAMAÑO DE PARTICULA DE LOS SUELOS

Peso Original (g)	499.59				
Pérd. por lavado(g)	428.39				
Peso Tamizado (g)	71.20				
ABERT. MALLA	Peso Retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa	
Tamiz	mm				
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19.050	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1/2"	12.700	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.750	2.17	0.43%	0.43%	99.57%
No 10	2.000	7.02	1.41%	1.84%	98.16%
No 16	1.191	10.36	2.07%	3.91%	96.09%
No 30	0.595	11.47	2.30%	6.21%	93.79%
No 40	0.420	7.79	1.56%	7.77%	92.23%
No 50	0.296	10.45	2.09%	9.86%	90.14%
No 100	0.149	11.47	2.30%	12.16%	87.84%
No 200	0.075	10.46	2.09%	14.25%	85.75%
Plato	< 0.075	428.39	85.75%	100.00%	0.00%
Sumatoria		499.59	100.00%		

OBSERVACIONES:	
Tamaño Maximo:	—
Porcentaje en muestra: % Grava (3" a #4): 0.43% % Arena (#4 a #200): 13.82% % Finos (Menor a #200): 85.75%	



[Firma]
Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

[Firma]
Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIF 315802

Ingemat <small>LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS</small>	INFORME	
	MÉTODOS DE PRUEBA ESTANDAR PARA EL LÍMITE LÍQUIDO, EL LÍMITE PLÁSTICO Y EL ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS ASTM D 4318	Código FO-PS-03 Versión 2 Vallidado 2024 Página 1 de 1
Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025	
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN	
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD	
Fecha	: 10 DE JULIO DEL 2025	
Material	: CALICATA 01	

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

LIMITE LIQUIDO

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	61.22	74.60	64.42
Tara + suelo seco	59.50	73.62	63.03
Agua	1.72	0.98	1.39
Peso de la tara	55.61	71.18	59.05
Peso del suelo seco	3.89	2.44	3.98
% humedad	44.22%	40.16%	34.92%
No. golpes	17	25	31
LIMITE LIQUIDO	38.92%		

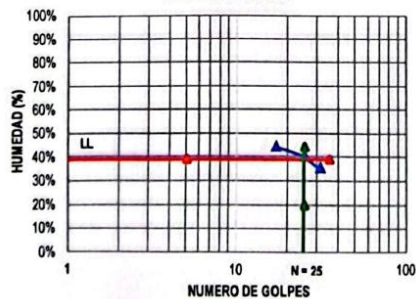
LIMITE PLASTICO

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	72.84	70.77	70.37
Tara + suelo seco	72.56	70.51	70.05
Agua	0.28	0.26	0.32
Peso de la tara	71.15	69.23	68.51
Peso del suelo seco	1.41	1.28	1.54
% humedad	19.86%	20.31%	20.78%
LIMITE PLASTICO	20.32%		

RESULTADOS:

Limite Líquido:	38.92%
Líquido Plástico:	20.32%
Índice de Plasticidad	18.61%

CURVA DE FLUIDEZ



Luis D. Gallardo M
Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

Kiseth M. Chirinos Vasquez
Ing. Kiseth M. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
C.R. 315802

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
Email: Ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

Ingemat <small>INGENIERÍA, GEOTECNIA Y TRÁNSITO DE CONCRETO</small>	INFORME		Código	FO-PS-03
	MÉTODOS DE PRUEBA ESTANDAR PARA EL LÍMITE LÍQUIDO, EL LÍMITE PLÁSTICO Y EL ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS		Version	2
	ASTM D 4318		Validado	2024
			Página	1 de 1
Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARRILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025			
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN			
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD			
Fecha	: 10 DE JULIO DEL 2025			
Material	: CALICATA 02			

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	72.38	65.23	79.89
Tara + suelo seco	71.53	63.90	78.74
Agua	0.85	1.33	1.15
Peso de la tara	69.56	60.50	75.42
Peso del suelo seco	1.97	3.40	3.32
% humedad	43.15%	39.12%	34.64%
No. golpes	16	24	33
LÍMITE LÍQUIDO	38.15%		

LÍMITE PLÁSTICO

MASAS	ENSAYO N°01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	60.84	78.69	68.55
Tara + suelo seco	60.53	78.43	68.35
Agua	0.31	0.26	0.20
Peso de la tara	58.97	77.12	67.30
Peso del suelo seco	1.56	1.31	1.05
% humedad	19.87%	19.85%	19.05%
LÍMITE PLÁSTICO	19.59%		

RESULTADOS:

Limite Líquido:	38.15%
Líquido Plástico:	19.59%
Índice de Plasticidad	18.56%

CURVA DE FLUIDEZ



Luis D. Gallardo Murga
Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

Liseth M. Chirinos Vasquez
Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIP 315802

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
Email: Ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

Ingemat LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS	INFORME		Código	FO-PS-03
	MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL LÍMITE LÍQUIDO, EL LÍMITE PLÁSTICO Y EL ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS		Version	2
	ASTM D 4318		Validado	2024
			Página	1 de 1

Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD
Fecha	: 10 DE JULIO DEL 2025
Material	: CALICATA 03

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	74.34	83.24	58.19
Tara + suelo seco	73.56	81.84	56.78
Agua	0.78	1.40	1.41
Peso de la tara	71.73	78.37	52.64
Peso del suelo seco	1.83	3.47	4.14
% humedad	42.62%	40.35%	34.06%
No. golpes	17	24	34
LÍMITE LÍQUIDO	38.52%		

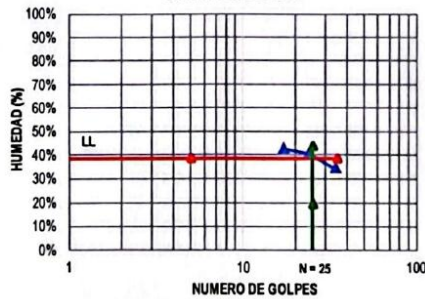
LÍMITE PLÁSTICO

MASAS	ENSAYO N°01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	81.04	58.10	55.12
Tara + suelo seco	80.83	57.81	54.89
Agua	0.21	0.29	0.23
Peso de la tara	79.75	56.35	53.80
Peso del suelo seco	1.08	1.46	1.09
% humedad	19.44%	19.86%	21.10%
LÍMITE PLÁSTICO	20.14%		

RESULTADOS:

Límite Líquido:	38.52%
Líquido Plástico:	20.14%
Índice de Plasticidad	18.38%

CURVA DE FLUIDEZ



[Firma]
Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

[Firma]
Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIP: 115802

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
Email: ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

Ingemat <small>INGENIERÍA, MECÁNICA Y TERMINAL DE CALIDAD</small>	INFORME		Código	FO-PS-03
	MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL LÍMITE LÍQUIDO, EL LÍMITE PLÁSTICO Y EL ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS		Versión	2
	ASTM D 4318		Vallado	2024
			Página	1 de 1
Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025			
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN			
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD			
Fecha	: 10 DE JULIO DEL 2025			
Material	: CALICATA 04			

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	67.05	63.31	60.81
Tara + suelo seco	65.68	61.75	59.13
Agua	1.37	1.56	1.68
Peso de la tara	62.50	57.78	54.39
Peso del suelo seco	3.18	3.97	4.74
% humedad	43.08%	39.29%	35.44%
No. golpes	18	24	32
LÍMITE LÍQUIDO	38.73%		

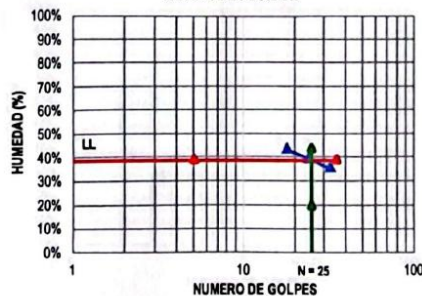
LÍMITE PLÁSTICO

MASAS	ENSAYO N°01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	80.99	64.36	62.07
Tara + suelo seco	80.66	64.11	61.81
Agua	0.33	0.25	0.26
Peso de la tara	79.04	62.89	60.51
Peso del suelo seco	1.62	1.22	1.30
% humedad	20.37%	20.49%	20.00%
LÍMITE PLÁSTICO	20.29%		

RESULTADOS:

Límite Líquido:	38.73%
Líquido Plástico:	20.29%
Índice de Plasticidad:	18.44%

CURVA DE FLUIDEZ



Luis D. Gallardo M.
Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

Lisseth M. Chirinos Vasquez
Ing. Lisseth M. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIP: 815802

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
Email: Ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

Ingemat <small>LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS</small>	INFORME	
	MÉTODOS DE PRUEBA ESTANDAR PARA EL LÍMITE LÍQUIDO, EL LÍMITE PLÁSTICO Y EL ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS ASTM D 4318	Código FO-PS-03 Versión 2 Validado 2024 Página 1 de 1
Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARRILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025	
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN	
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD	
Fecha	: 10 DE JULIO DEL 2025	
Material	: CALICATA 05	

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

LÍMITE LÍQUIDO

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	56.34	63.17	66.77
Tara + suelo seco	54.60	62.36	66.17
Agua	1.74	0.81	0.60
Peso de la tara	50.58	60.28	64.44
Peso del suelo seco	4.02	2.08	1.73
% humedad	43.28%	38.94%	34.68%
No. golpes	17	24	32
LÍMITE LÍQUIDO	38.16%		

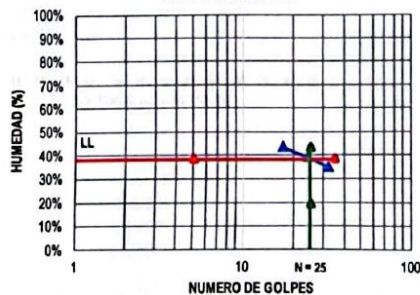
LÍMITE PLÁSTICO

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	64.01	53.80	55.07
Tara + suelo seco	63.84	53.54	54.78
Agua	0.17	0.26	0.29
Peso de la tara	63.00	52.26	53.26
Peso del suelo seco	0.84	1.28	1.52
% humedad	20.24%	20.31%	19.08%
LÍMITE PLÁSTICO	19.88%		

RESULTADOS:

Límite Líquido:	38.16%
Líquido Plástico:	19.88%
Índice de Plasticidad	18.28%

CURVA DE FLUIDEZ



[Firma]
Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

[Firma]
Ing. Liseth M. Charinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 315802

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
Email: Ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

Ingemat <small>LABORATORIO DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS</small>	INFORME	
	MÉTODOS DE PRUEBA ESTANDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UN ESFUERZO MODIFICADO ASTM D 1557	
	Código	FO-PS-04
	Version	2
	Validado	2024
	Página	1 de 1
Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARRILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025	
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN	
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD	
Fecha	: 11 DE JULIO DEL 2025	
Material	: SUELO NATURAL	

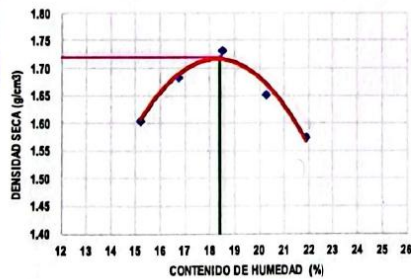
COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UN ESFUERZO MODIFICADO

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	134.02	124.90	129.74	123.27	123.30	130.86	149.97	133.74	140.34	147.87
Tara + Suelo Seco (gr)	124.94	116.17	120.06	113.37	112.75	120.57	137.47	122.39	127.58	133.77
Peso del Agua (gr)	9.08	8.73	9.68	9.90	10.55	10.29	12.50	11.35	12.76	14.10
Peso tara (gr)	65.29	58.75	62.31	54.22	54.76	65.86	75.66	66.56	69.12	69.45
Peso Suelo Seco (gr)	59.65	57.42	57.75	59.15	57.99	54.71	61.81	55.83	58.46	64.32
Contenido de humedad (%)	15.22	15.20	16.76	16.74	18.19	18.81	20.22	20.33	21.83	21.92
Contenido de hum. promedio	15.21		16.75		18.50		20.28		21.87	

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+ Peso Suelo Húmedo	6299	6409	6490	6429	6365
Suelo Húmedo (gr)	1739	1849	1930	1869	1805
Densidad Humeda (gr/cm3)	1.849	1.966	2.052	1.987	1.919
Densidad Seca (gr/cm3)	1.605	1.684	1.732	1.652	1.575



Densidad Maxima Seca 1.720 gr/cm3
Humedad Optima 18.40 %



[Firma]
Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

[Firma]
Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
C.I.P. 315802

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
Email: Ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

Ingemat <small>INGENIERIA, ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION</small>	INFORME		Código	FO-PS-04
	MÉTODOS DE PRUEBA ESTANDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UN ESFUERZO MODIFICADO		Versión	2
		ASTM D 1557	Validado	2024
			Página	1 de 1
Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025			
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN			
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD			
Fecha	: 11 DE JULIO DEL 2025			
Material	: SUELO NATURAL			

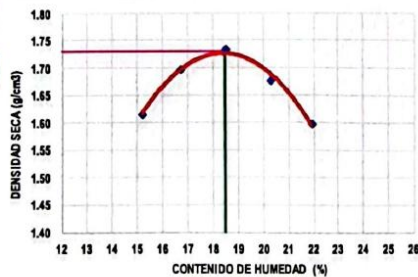
COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UN ESFUERZO MODIFICADO

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	122.92	131.96	128.56	140.01	124.96	126.74	145.34	128.25	136.87	112.21
Tara + Suelo Seco (gr)	113.38	122.37	119.09	129.78	114.02	115.29	132.53	116.62	123.28	101.35
Peso del Agua (gr)	9.54	9.59	9.47	10.23	10.94	11.45	12.81	11.63	13.59	10.86
Peso tara (gr)	50.83	59.10	62.73	68.44	53.90	54.36	69.50	59.19	61.31	51.80
Peso Suelo Seco (gr)	62.55	63.27	56.36	61.34	60.12	60.93	63.03	57.43	61.97	49.55
Contenido de humedad (%)	15.25	15.16	16.60	16.68	18.20	18.79	20.32	20.25	21.93	21.92
Contenido de hum. promedio	15.20		16.74		18.49		20.29		21.62	

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo	6309	6423	6492	6457	6392
Suelo Húmedo (gr)	1749	1863	1832	1897	1832
Densidad Humeda (gr/cm3)	1.860	1.961	2.054	2.017	1.948
Densidad Seca (gr/cm3)	1.614	1.667	1.734	1.677	1.598



Densidad Maxima Seca	1.730 gr/cm3
Humedad Optima	16.49 %



[Firma]
Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

[Firma]
Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 115802

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
Email: ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

Ingemat SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS	INFORME		Código	FO-PS-04
	MÉTODOS DE PRUEBA ESTANDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UN ESFUERZO MODIFICADO		Version	2
	ASTM D.1557		Validado	2024
			Página	1 de 1

Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD
Fecha	: 12 DE JULIO DEL 2025
Material	: SUELO NATURAL

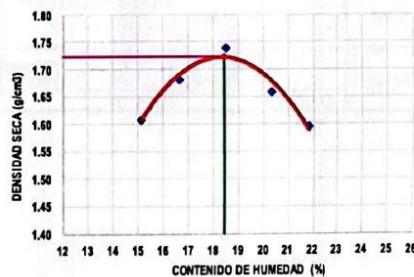
COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UN ESFUERZO MODIFICADO

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	131.63	131.30	139.16	126.15	131.25	137.69	116.91	133.53	150.23	139.81
Tara + Suelo Seco (gr)	121.17	121.51	129.96	117.57	120.07	126.28	106.38	122.02	136.01	126.00
Peso del Agua (gr)	10.46	9.79	9.20	8.58	11.18	11.41	10.53	11.51	14.22	13.81
Peso tara (gr)	52.37	56.65	75.21	65.60	98.62	65.57	84.56	65.48	70.85	62.65
Peso Suelo Seco (gr)	68.80	64.86	54.75	51.97	61.45	60.71	51.82	56.54	65.16	63.35
Contenido de humedad (%)	15.20	15.09	16.80	16.51	18.19	18.79	20.32	20.36	21.82	21.80
Contenido de hum. promedio	15.15									
	16.66									
	18.49									
	20.34									
	21.81									


DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo	6301	6404	6499	6438	6388
Suelo Húmedo (gr)	1741	1844	1839	1878	1828
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.851	1.961	2.062	1.997	1.944
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.608	1.681	1.740	1.660	1.596



[Firma]
Ing. Luis D. Gallardo Murge
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

[Firma]
Ing. Lisseth M. Chirinos Vasquez
EFE DE LABORATORIO
CIP 815802

	INFORME	
	MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL MUESTREO Y PRUEBA DE LADRILLOS Y TEJAS DE ARCILLA ESTRUCTURAL ASTM C 67	
	Código	FO-AD-2
	Version	1
	Validado	2024
	Página	1 de 1

Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARRILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD
Fecha	: 13 DE AGOSTO DEL 2025
Material	: SUELO NATURAL

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBES

Muestra	Replica	Largo (mm)	Largo Promedio (mm)	Ancho (mm)	Ancho Promedio (mm)	Área (mm ²)	Fuerza (KN)	Resistencia (Mpa)	Resistencia Promedio (Mpa)
Suelo Natural	I	241.90	241.34	120.06	120.19	29005.85	35.23	1.21	1.25
		240.78		120.18					
		241.34		120.32					
	II	240.78	241.10	120.93	120.45	29041.70	36.83	1.27	
		241.01		120.20					
		241.52		120.23					
	III	241.39	241.03	120.30	120.75	29104.78	35.91	1.23	
		240.34		121.28					
		241.37		120.67					
	IV	240.96	241.18	120.96	120.91	29161.48	36.02	1.24	
		241.53		121.72					
		241.06		120.05					
	V	240.21	240.64	121.40	121.29	29186.83	38.03	1.30	
		240.70		121.02					
		241.02		121.44					



[Signature]
Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

[Signature]
Ing. L. Seth M. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIP: 015602

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
Email: Ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

INFORME			
	MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL MUESTREO Y PRUEBA DE LADRILLOS Y TEJAS DE ARCILLA ESTRUCTURAL ASTM C 67		Código FO-AD-2
			Versión 1
			Validado 2024
			Página 1 de 1

Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARRILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD
Fecha	: 3% CENIZA DE CONCHAS MARINAS + 5% CENIZA CASCARRILLA DE CAFÉ
Material	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBES

Muestra	Replica	Largo (mm)	Largo Promedio (mm)	Ancho (mm)	Ancho Promedio (mm)	Área (mm ²)	Fuerza (KN)	Resistencia (Mpa)	Resistencia Promedio (Mpa)
Suelo Natural + 3% Conchas Marinas + 5% Cascarrilla de Café	I	241.98	241.10	120.83	120.97	29165.87	36.46	1.25	1.40
		241.26		121.14					
		240.08		120.94					
	II	240.04	240.47	120.49	121.34	29178.63	40.85	1.40	
		240.79		121.66					
		240.58		121.87					
	III	240.77	240.69	121.68	121.50	29244.23	45.33	1.55	
		241.08		120.88					
		240.21		121.95					
	IV	240.52	241.15	121.86	121.66	29338.71	41.66	1.42	
		242.00		121.18					
		240.94		121.94					
	V	241.31	241.04	121.12	120.94	29151.78	39.94	1.37	
		241.77		121.51					
		240.05		120.19					



[Signature]
Dg. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

[Signature]
Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
C# 315802

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
Email: ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

	INFORME		
	MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL MUESTREO Y PRUEBA DE LADRILLOS Y TEJAS DE ARCILLA ESTRUCTURAL		Código FO-AD-2
	ASTM C 67		Version 1
			Validado 2024
		Página 1 de 1	

Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARRILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD
Fecha	: 13 DE AGOSTO DEL 2025
Material	: 3% CENIZA DE CONCHAS MARINAS + 10% CENIZA CASCARRILLA DE CAFÉ

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBES

Muestra	Replica	Largo (mm)	Largo Promedio (mm)	Ancho (mm)	Ancho Promedio (mm)	Área (mm ²)	Fuerza (KN)	Resistencia (Mpa)	Resistencia Promedio (Mpa)
Suelo Natural + 3% Conchas Marinas + 10% Cascarrilla de Café	I	241.14	241.11	120.88	121.50	29293.88	82.87	2.82	3.03
		241.01		121.93					
		241.17		121.70					
	II	240.97	241.07	120.54	120.95	29156.81	87.13	2.99	
		241.51		120.49					
		240.73		121.81					
	III	240.48	240.81	121.34	121.16	29177.34	91.68	3.14	
		241.27		121.79					
		240.68		120.36					
	IV	241.83	241.15	121.50	120.78	29126.10	93.90	3.22	
		241.23		120.16					
		240.39		120.68					
		241.92		121.66					
		240.76		121.93					
	V	240.78	241.15	120.20	121.26	29243.06	86.98	2.97	



Luis D. Gallardo Murga
Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

Lizeth M. Calrinos Vasquez
Ing. Lizeth M. Calrinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 115802

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
Email: ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

	INFORME		Código	FO-AD-2
	MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL MUESTREO Y PRUEBA DE LADRILLOS Y TEJAS DE ARCILLA ESTRUCTURAL ASTM C 67		Version	1
			Validado	2024
			Página	1 de 1

Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD
Fecha	: 13 DE AGOSTO DEL 2025
Material	: 3% CENIZA DE CONCHAS MARINAS + 15% CENIZA CASCARILLA DE CAFÉ

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBES

Muestra	Replica	Largo (mm)	Largo Promedio (mm)	Ancho (mm)	Ancho Promedio (mm)	Área (mm ²)	Fuerza (KN)	Resistencia (Mpa)	Resistencia Promedio (Mpa)
Suelo Natural + 3% Conchas Marinas + 15% Cascarrilla de Café	I	241.60	241.06	120.99	120.64	29081.48	58.16	2.00	2.21
		240.84		120.58					
		240.74		120.37					
	II	241.68	241.78	120.41	120.27	29077.67	63.97	2.20	
		241.83		120.39					
		241.82		120.00					
	III	240.90	240.87	122.00	121.14	29179.39	70.03	2.40	
		241.26		121.20					
		240.44		120.23					
	IV	240.95	241.32	121.93	121.48	29314.75	63.03	2.15	
		241.13		121.15					
		241.88		121.34					
	V	240.28	240.81	120.12	120.96	29128.38	67.29	2.31	
		240.20		121.82					
		241.95		120.94					



Luis D. Gallardo Murga
Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

Liseth M. Chirinos Vasquez
Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
I.P. 315802

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
Email: Ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

	INFORME	
	MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL MUESTREO Y PRUEBA DE LADRILLOS Y TEJAS DE ARCILLA ESTRUCTURAL ASTM C 67	
	Código	FO-AD-2
	Version	1
	Validado	2024
	Página	1 de 1

Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD
Fecha	: 13 DE AGOSTO DEL 2025
Material	: 6% CENIZA DE CONCHAS MARINAS + 5% CENIZA CASCARILLA DE CAFÉ

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBES


Muestra	Replica	Largo (mm)	Largo Promedio (mm)	Ancho (mm)	Ancho Promedio (mm)	Área (mm ²)	Fuerza (KN)	Resistencia (Mpa)	Resistencia Promedio (Mpa)
Suelo Natural + 6% Conchas Marinas + 5% Cascarrilla de Café	I	241.96	241.10	120.52	120.74	29109.61	46.58	1.60	1.81
		241.26		121.22					
		240.08		120.47					
	II	240.04	240.47	120.08	121.05	29109.70	52.38	1.80	
		240.79		121.12					
		240.58		121.98					
	III	240.77	240.69	121.03	121.23	29178.44	58.36	2.00	
		241.08		120.82					
		240.21		121.84					
	IV	240.52	241.15	120.69	121.15	29215.73	56.11	1.92	
		242.00		120.95					
		240.94		121.81					
	V	241.31	241.04	120.69	121.27	29232.13	51.23	1.75	
		241.77		121.91					
		240.05		121.22					



[Signature]
Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

[Signature]
Ing. Liseth Y. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
C.P. 315802

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
Email: Ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

	INFORME	
	MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL MUESTREO Y PRUEBA DE LADRILLOS Y TEJAS DE ARCILLA ESTRUCTURAL ASTM C 67	
	Código	FO-AD-2
	Version	1
	Validado	2024
	Página	1 de 1

Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARILLA DE CAFE SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD
Fecha	: 14 DE AGOSTO DEL 2025
Material	: 6% CENIZA DE CONCHAS MARINAS + 10% CENIZA CASCARILLA DE CAFÉ

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBES

Muestra	Replica	Largo (mm)	Largo Promedio (mm)	Ancho (mm)	Ancho Promedio (mm)	Área (mm ²)	Fuerza (KN)	Resistencia (Mpa)	Resistencia Promedio (Mpa)
Suelo Natural + 6% Conchas Marinas + 10% Cascarrilla de Café	I	241.54	241.16	120.81	120.48	29055.38	90.07	3.10	3.32
		240.24		120.21					
		241.71		120.42					
	II	241.53	241.62	121.92	120.79	29184.88	97.77	3.35	
		241.33		120.21					
		241.99		120.24					
	III	240.33	240.68	120.73	120.95	29110.65	103.34	3.55	
		240.26		120.30					
		241.46		121.82					
	IV	240.18	240.21	121.97	121.04	29075.82	99.44	3.42	
		240.08		120.67					
		240.36		120.49					
	V	241.10	241.43	120.64	120.87	29181.64	92.80	3.18	
		241.34		121.60					
		241.85		120.37					



[Signature]
Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

[Signature]
Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
C.I. 315902

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
Email: ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

INGEMAT				INFORME	
MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL MUESTREO Y PRUEBA DE LADRILLOS Y TEJAS DE ARCILLA ESTRUCTURAL ASTM C 67				Código	FO-AD-2
				Version	1
				Validado	2024
				Página	1 de 1
Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARRILLA DE CAFE SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025				
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN				
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD				
Fecha	: 14 DE AGOSTO DEL 2025				
Material	: 6% CENIZA DE CONCHAS MARINAS + 15% CENIZA CASCARRILLA DE CAFÉ				

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBES

Muestra	Replica	Largo (mm)	Largo Promedio (mm)	Ancho (mm)	Ancho Promedio (mm)	Área (mm ²)	Fuerza (KN)	Resistencia (Mpa)	Resistencia Promedio (Mpa)
Suelo Natural + 6% Conchas Marinas + 15% Cascarrilla de Café	I	241.29	240.66	120.28	120.69	29045.66	56.64	1.95	2.10
		240.05		120.57					
		240.63		121.23					
	II	240.38	240.77	121.12	121.22	29186.94	61.29	2.10	
		241.59		121.71					
		240.34		120.84					
	III	240.32	240.55	121.33	121.60	29249.67	65.81	2.25	
		240.13		121.65					
		241.19		121.81					
	IV	241.65	241.32	120.38	121.26	29263.27	63.79	2.18	
		241.75		121.95					
		240.56		121.46					
	V	241.02	241.10	120.79	120.84	29135.33	59.44	2.04	
		240.52		120.32					
		241.76		121.42					



Luis D. Gallardo Murga
Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

Liseth M. Chirinos Vasquez
Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CV: 315802

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
Email: Ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

	INFORME	
	MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL MUESTREO Y PRUEBA DE LADRILLOS Y TEJAS DE ARCILLA ESTRUCTURAL ASTM C 67	
	Código	FO-AD-2
	Version	1
	Validado	2024
	Página	1 de 1

Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD
Fecha	: 14 DE AGOSTO DEL 2025
Material	: 9% CENIZA DE CONCHAS MARINAS + 5% CENIZA CASCARILLA DE CAFÉ

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBES

Muestra	Replica	Largo (mm)	Largo Promedio (mm)	Ancho (mm)	Ancho Promedio (mm)	Área (mm ²)	Fuerza (KN)	Resistencia (Mpa)	Resistencia Promedio (Mpa)
Suelo Natural + 9% Conchas Marinas + 5% Cascarrilla de Café	I	241.91	241.53	121.08	120.46	29095.91	39.28	1.35	1.57
		240.71		120.10					
		241.98		120.23					
	II	241.41	241.15	121.47	121.30	29250.29	46.80	1.60	
		241.88		120.53					
		240.15		121.89					
	III	240.34	240.71	120.92	120.89	29098.63	53.83	1.85	
		240.97		120.45					
		240.82		121.29					
	IV	241.25	240.85	121.44	121.50	29262.88	45.36	1.55	
		240.46		121.46					
		240.85		121.59					
	V	241.81	240.98	121.71	121.26	29221.64	43.25	1.48	
		240.85		120.90					
		240.29		121.17					



Luis D. Gallardo Murga
Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

Lisseth M. Chirinos Vasquez
Ing. Lisseth M. Chirinos Vasquez
EFE DE LABORATORIO
CIV. 315802

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
Email: Ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

	INFORME	
	MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL MUESTREO Y PRUEBA DE LADRILLOS Y TEJAS DE ARCILLA ESTRUCTURAL ASTM C 67	
	Código	FO-AD-2
	Version	1
	Validado	2024
	Página	1 de 1

Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARRILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD
Fecha	: 14 DE AGOSTO DEL 2025
Material	: 9% CENIZA DE CONCHAS MARINAS + 10% CENIZA CASCARRILLA DE CAFÉ

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBES

Muestra	Replica	Largo (mm)	Largo Promedio (mm)	Ancho (mm)	Ancho Promedio (mm)	Área (mm ²)	Fuerza (KN)	Resistencia (Mpa)	Resistencia Promedio (Mpa)
Suelo Natural + 9% Conchas Marinas + 10% Cascarrilla de Café	I	240.94	241.09	120.06	120.84	29132.91	53.90	1.85	2.18
		241.25		121.09					
		241.09		121.36					
	II	241.11	240.75	121.11	121.54	29260.35	64.37	2.20	
		240.52		121.80					
		240.61		121.71					
	III	241.30	240.76	121.25	121.12	29161.25	74.36	2.55	
		240.00		121.67					
		240.99		120.44					
	IV	241.20	240.80	120.63	120.59	29038.07	67.37	2.32	
		240.96		120.45					
		240.24		120.69					
	V	240.85	241.00	120.55	120.72	29093.52	57.61	1.98	
		240.44		121.05					
		241.71		120.56					



Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

Ing. Liseth M. Chirinos Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
C.P. 315802

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
Email: Ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

	INFORME	
	MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA EL MUESTREO Y PRUEBA DE LADRILLOS Y TEJAS DE ARCILLA ESTRUCTURAL	
	ASTM C 67	Código Version Validado Página
	FO-AD-2 1 2024 1 de 1	

Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARILLA DE CAFE SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD
Fecha	: 14 DE AGOSTO DEL 2025
Material	: 9% CENIZA DE CONCHAS MARINAS + 15% CENIZA CASCARILLA DE CAFÉ

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBES

Muestra	Replica	Largo (mm)	Largo Promedio (mm)	Ancho (mm)	Ancho Promedio (mm)	Área (mm ²)	Fuerza (KN)	Resistencia (Mpa)	Resistencia Promedio (Mpa)
Suelo Natural + 9% Conchas Marinas + 15% Cascariilla de Café	I	240.14	240.97	121.97	121.52	29283.48	42.46	1.45	1.67
		241.79		120.65					
		240.98		121.95					
	II	240.50	240.28	121.12	121.08	29093.50	49.46	1.70	
		240.12		120.63					
		240.21		121.50					
	III	240.30	240.61	120.23	120.49	28992.30	56.53	1.95	
		241.38		120.61					
		240.16		120.64					
	IV	240.10	241.28	121.63	121.24	29252.38	48.84	1.67	
		241.79		121.73					
		241.94		120.36					
	V	241.37	241.32	121.14	120.69	29125.31	46.02	1.58	
		240.76		120.27					
		241.82		120.67					



Luis D. Gallardo Murga
Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

Lisseth M. Chirinos Vasquez
Ing. Lisseth M. Chirinos Vasquez
EFE DE LABORATORIO
CIF 315802

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
Email: ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

	INFORME	
	ABSORCIÓN DE AGUA POR CAPILARIDAD	
	UNE 41410-08 / UNE 772-11	
	Código	FO-PS-06
	Versión	1
	Vallidado	2024
	Página	1 de 1

Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD
Fecha	: 15 Y 16 DE AGOSTO DEL 2025
Material	: ADOBES DE SUELO NATURAL Y ADOBES ESTABILIZADOS

CAPACIDAD DE ABSORCIÓN CAPILAR

Muestra	Replica	Largo (mm)	Ancho (mm)	Area (m ²)	Wd(Kg)	Ws(Kg)	Ca(%)	Va(Kg/m ² .min*0.5)
Suelo Natural	I	240.9	119.8	0.0289	2.97	3.65	22.90	7.45
	II	240.8	120.0	0.0289	2.99	3.54	18.39	6.02
	III	240.6	120.2	0.0289	3.01	3.58	18.94	6.23

Ceniza de conchas marinas	Ceniza de cascara de café	Replica	Largo (mm)	Ancho (mm)	Area (m ²)	Wd(Kg)	Ws(Kg)	Ca(%)	Va(Kg/m ² .min*0.5)
3%	5%	I	240.4	120.8	0.0290	3.02	3.38	11.02	3.93
		II	240.5	120.1	0.0289	3.07	3.44	12.05	4.05
		III	240.1	120.9	0.0290	3.06	3.45	12.75	4.25
	10%	I	240.2	121.0	0.0291	3.01	3.18	5.65	1.85
		II	240.9	120.5	0.0290	3.01	3.19	5.98	1.98
		III	240.5	121.0	0.0291	3.05	3.25	6.56	2.17
	15%	I	240.8	121.0	0.0291	3.04	3.30	8.55	2.82
		II	240.0	120.6	0.0289	3.05	3.32	8.85	2.95
		III	240.1	120.6	0.0289	3.09	3.38	9.30	3.17
6%	5%	I	240.8	120.1	0.0289	3.03	3.40	12.21	4.04
		II	240.6	120.3	0.0289	3.09	3.47	12.30	4.15
		III	240.3	120.3	0.0289	3.01	3.41	13.29	4.38
	10%	I	240.8	120.5	0.0290	3.1	3.34	7.74	2.62
		II	241.0	120.6	0.0291	3.07	3.33	8.47	2.83
		III	240.6	120.3	0.0289	3.06	3.33	8.82	2.95
	15%	I	240.1	120.7	0.0290	3.07	3.37	9.77	3.27
		II	240.5	120.7	0.0290	3.03	3.35	10.56	3.49
		III	240.9	120.2	0.0290	3.03	3.37	11.22	3.71
9%	5%	I	240.6	120.0	0.0289	3.04	3.50	15.13	5.04
		II	241.0	120.5	0.0290	3.02	3.51	16.23	5.34
		III	240.9	120.7	0.0291	3.05	3.56	16.72	5.55
	10%	I	240.0	120.4	0.0289	3.01	3.33	10.63	3.50
		II	240.2	120.1	0.0289	3.09	3.43	11.00	3.73
		III	241.0	120.9	0.0291	3.03	3.39	11.88	3.91
	15%	I	240.6	120.8	0.0291	3.00	3.35	11.67	3.81
		II	240.3	120.0	0.0288	3.03	3.39	11.88	3.95
		III	241.0	120.3	0.0290	3.04	3.42	12.50	4.15

Valores promedio de capacidad y velocidad de absorción capilar

Muestra	Ca(%)	Va(Kg/m ² .mi n*0.5)
Suelo Natural	20.08	6.57
3% Ceniza de conchas marinas	5% Ceniza de cascara de café	12.24
	10% Ceniza de cascara de café	6.06
	15% Ceniza de cascara de café	8.93
6% Ceniza de conchas marinas	5% Ceniza de cascara de café	12.60
	10% Ceniza de cascara de café	8.34
	15% Ceniza de cascara de café	10.52
9% Ceniza de conchas marinas	5% Ceniza de cascara de café	16.03
	10% Ceniza de cascara de café	11.17
	15% Ceniza de cascara de café	12.02

Wd: Peso seco
Ws: Peso saturado
Ca: Capacidad de Absorción por capilaridad
Va: Velocidad de Absorción por capilaridad

$$Ca = [(Ws-Wd)/Wd] \times 100$$

$$Va = (Ws-Wd)/(A \cdot t \cdot 0.5)$$



[Signature]
Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

[Signature]
Ing. Liseth M. Calirnes Vasquez
JEFE DE LABORATORIO
CIP 115802

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
Email: ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

Ingemat INGENIERÍA, QUÍMICA Y DISEÑO DE MECANIZADOS	INFORME	
	ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA SWINBURNE (SAET) UNE 41410 - 2008	Código FO-PS-026
		Version 1
		Validado 2025
		Página 1 de 1

Proyecto	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CONCHAS MARINAS Y CASCARILLA DE CAFÉ SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE ADOBES ESTABILIZADOS, TRUJILLO – 2025
Solicitante	: SAÚL OMAR BENDEZU GUTARRA E INGRID KELLY GAMBOA FABIAN
Ubicación	: TRUJILLO – TRUJILLO – LA LIBERTAD
Fecha	: 18 Y 19 DE AGOSTO DEL 2025
Material	: ADOBES DE SUELO NATURAL Y ADOBES ESTABILIZADOS

ENSAYO DE EROSIÓN ACELERADA SWINBURNE

Muestra			D (mm)	D promedio (mm)	Criterio	Resultado	
Ceniza Conchas Marinas	Ceniza Cascara de Café	Replica					
Suelo Natural			I	5.20	4.92	0 ≤ D ≤ 10	Apto
			II	5.10		0 ≤ D ≤ 10	Apto
			III	4.47		0 ≤ D ≤ 10	Apto
3%	5%	I	2.75	3.00	2.00	0 ≤ D ≤ 10	Apto
		II	3.00			0 ≤ D ≤ 10	Apto
		III	3.25			0 ≤ D ≤ 10	Apto
	10%	I	1.85	2.50	2.50	0 ≤ D ≤ 10	Apto
		II	2.00			0 ≤ D ≤ 10	Apto
		III	2.15			0 ≤ D ≤ 10	Apto
	15%	I	2.30	2.70	2.70	0 ≤ D ≤ 10	Apto
		II	2.50			0 ≤ D ≤ 10	Apto
		III	2.70			0 ≤ D ≤ 10	Apto
6%	5%	I	3.70	3.70	3.70	0 ≤ D ≤ 10	Apto
		II	3.60			0 ≤ D ≤ 10	Apto
		III	3.80			0 ≤ D ≤ 10	Apto
	10%	I	1.65	1.80	1.80	0 ≤ D ≤ 10	Apto
		II	1.80			0 ≤ D ≤ 10	Apto
		III	1.95			0 ≤ D ≤ 10	Apto
	15%	I	2.50	2.90	2.90	0 ≤ D ≤ 10	Apto
		II	2.70			0 ≤ D ≤ 10	Apto
		III	2.90			0 ≤ D ≤ 10	Apto
9%	5%	I	3.70	4.00	4.00	0 ≤ D ≤ 10	Apto
		II	4.00			0 ≤ D ≤ 10	Apto
		III	4.30			0 ≤ D ≤ 10	Apto
	10%	I	2.20	2.40	2.40	0 ≤ D ≤ 10	Apto
		II	2.40			0 ≤ D ≤ 10	Apto
		III	2.60			0 ≤ D ≤ 10	Apto
	15%	I	2.85	3.00	3.00	0 ≤ D ≤ 10	Apto
		II	3.00			0 ≤ D ≤ 10	Apto
		III	3.15			0 ≤ D ≤ 10	Apto



Luis D. Gallardo Murga
Ing. Luis D. Gallardo Murga
GERENTE GENERAL
INGEMAT GALLARDO S A C

Lisseth M. Chirinos Vasquez
Ing. Lisseth M. Chirinos Vasquez
EFE DE LABORATORIO
CIR 1315802

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 – Trujillo, La Libertad
Email: ingematgallardo@gmail.com Celular: 978 342 677

ANEXO 5. Evidencias Fotográficas

Figura 11

Tamizado de ceniza de conchas marinas



Figura 12

Tamizado de ceniza de cascarilla de café



Figura 13

Suelo natural



Figura 14

Ensayo contenido de humedad



Figura 15

Ensayo análisis granulométrico



Figura 16

Ensayo límite líquido



Figura 17

Ensayo limite plástico



Figura 18

Mezcla de suelo



Figura 19

Conformado de adobes



Figura 20

Adobe estabilizado prensado



Figura 21

Ensayo erosión acelerada SWINBURNE (SAET)



Figura 22

Ensayo resistencia a la compresión de adobes

