



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Diseño de una unidad de albañilería prensada con arcilla sustituida
parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna,
Chiclayo

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTORES:

Hernández Montenegro, Jefferson Bladymir (ORCID: 0000-0002-7134-5677)
Vences Elorreaga, Brallan Jhampier (ORCID: 0000-0003-3102-2723)

ASESOR:

Mg. Contreras Velásquez, José Antonio (ORCID: 0000-0001-5630-1820)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

Chiclayo – Perú

2021

Dedicatoria

A mi madre con mucho amor, respeto y cariño, le dedico todo el esfuerzo dedicado colocado en este trabajo de investigación.

Agradecimiento

Agradezco a DIOS, ser divino y celestial por darme la vida, protegerme y guiar mis pasos día a día.

Al Ing. JOSE ANTONIO CONTRERAS VELASQUEZ, asesor de tesis, por guiarnos por el buen camino ante el presente informe.

A nuestra alma mater Universidad Cesar vallejo, por abrirnos las puertas de la enseñanza y formarnos profesionalmente.

A mis docentes por sus enseñanzas, por haberme brindado sus conocimientos, en especial a los ingenieros: ing. Marlon Cubas Armas y el Ing. Sosa Sandoval Ricardo (Q.E.D).

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	12
3.2. Variables y operacionalización	14
3.3. Población, muestra y muestreo.....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
3.5. Procedimientos	20
3.6. Método de análisis de datos	20
3.7. Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS.....	22
V. DISCUSIÓN	44
VI. CONCLUSIONES	47
VII. RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS.....	49
ANEXOS	56

Índice de tablas

Tabla 1. Datos técnicos del polietileno tereftalato.	8
Tabla 2: operacionalización de variables independiente.	15
Tabla 3. Operacionalización de variables dependiente	17
Tabla 4. Cantidad de ensayo para las unidades de albañilería	18
Tabla 5. Detalle de la granulometría del suelo (arena).....	22
Tabla 6. Detalle de la granulometría del pet pulverizado.....	23
Tabla 7. Detalle de la granulometría de arena, cemento y pet.	24
Tabla 8. Clasificación del suelo de acuerdo con el sistema AASHTO.....	25
Tabla 9: clasificación de suelos según AASHTO.	26
Tabla 10. Características químicas del mucílago.	28
Tabla 11. Tabla resumen de variación dimensional de la muestra patrón.....	29
Tabla 12. Tabla resumen de los resultados de alabeo de muestra patrón.	29
Tabla 13. Resumen de resultados de absorción de muestra patrón.	30
Tabla 14. Resultados de resistencia a la compresión mínima de muestra patrón. 30	
Tabla 15. Dosificación de los materiales de la mezcla n°1 / und.....	31
Tabla 16. Dosificación de los materiales de la mezcla n°2 / und.....	32
Tabla 17. Resultados de la variación dimensional para diseño 1.....	32
Tabla 18. Resumen de la clase de la unidad para diseño 1.....	32
Tabla 19. Resultados de la variación dimensional para diseño 2.....	33
Tabla 20. Resumen de la clase de la unidad para diseño 1.....	33
Tabla 21. Alabeo de unidades de la mezcla n°1.	34
Tabla 22. Alabeo de unidades de la mezcla n°2.	34
Tabla 23. Porcentaje de absorción de la mezcla n°1.	35
Tabla 24. Porcentaje de absorción de la mezcla n°2.	35
Tabla 25. Resistencia a la compresión de la mezcla n°1.	36
Tabla 26. Resistencia a la compresión de la mezcla n°2.	36
Tabla 27. Comparativo de clasificación unidades de albañilería.	37
Tabla 28. Estadísticos descriptivos 10 unidades de albañilería.	37
Tabla 29. Estadísticos descriptivos 10 unidades de albañilería.	38

Tabla 30. Prueba de normalidad.	38
Tabla 31. Evaluación significativa de las medias de la dimensión largo.	39
Tabla 32. Comparaciones múltiples.	39
Tabla 33. Evaluación significativa de las medias de las dimensiones ancho, altura y alabeo.....	40
Tabla 34. Comparaciones múltiples de las dimensiones ancho, altura y alabeo...	41
Tabla 35. Evaluación significativa de las medias de los indicadores de absorción y de resistencia a la compresión.	42
Tabla 36. Comparaciones múltiples de los indicadores de absorción y resistencia a la compresión.....	42

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Diagrama del diseño de la investigación.	13
Figura 2. Diagrama de flujo del procedimiento de la investigación.....	20
Figura 3. Cumplimiento de los principios éticos de la investigación.	21
Figura 4. Curva granulométrica del suelo usado en el diseño de ladrillos.....	22
Figura 5. Curva granulométrica del PET pulverizado.	23
Figura 6. Curva granulométrica de la mezcla final de arena, cemento y PET.	24
Figura 7. Rango granulométrico delimitado según la NTC 5324.	27
Figura 8. Comprobación de la curva granulométrica final.	28

Resumen

La presente tesis estuvo orientada a realizar el diseño de una unidad de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado con cemento y mucilago de tuna, con la finalidad de beneficiar a las comunidades locales, además de lograr una óptima resistencia en la unidad de albañilería con las dosificaciones correctas y con los sustitutos que se están considerando, del mismo modo brindar un aporte nuevo en el mundo de la construcción, para ello se desarrolló una investigación con enfoque cuantitativo con diseño de investigación Cuasiexperimental del tipo Aplicada con grupo de control. Para llegar a una conclusión adecuada se realizaron dos tipos de muestras con distintas dosificaciones, siendo las siguientes X1: Tratamiento a la unidad de albañilería con 35% arena, 15 % de PET pulverizado y 50% de mucílago de tuna, y la segunda X2: Tratamiento a la unidad de albañilería con 55% arena, 20 % de PET pulverizado y 25% de mucílago de tuna, concluyendo que de acuerdo con estos resultados, la clase más desfavorable es el Tipo X1 para cada uno de los ensayos, así mismo ambos no cumplen para representar una unidad de albañilería estructural.

Palabras Clave: Unidad de albañilería, PET, cemento, mucilago de tuna

Abstract

This thesis was aimed at designing a masonry unit pressed with clay partially replaced by PET sprayed with cement and tuna mucilage, in order to benefit local communities, in addition to achieving optimal resistance in the masonry unit with the correct dosages and with the substitutes that are being considered, in the same way to provide a new contribution in the world of construction, for this a research was developed with a quantitative approach with Quasi-experimental research design of the Applied type with control group. To reach an adequate conclusion, two types of samples with different dosages were made, being the following X1: Treatment to the masonry unit with 35% sand, 15% sprayed PET and 50% tuna mucilage, and the second X2: Treatment to the masonry unit with 55% sand, 20% sprayed PET and 25% prickly pear mucilage, concluding that according to these results, the most unfavorable class is Type X1 for each of the tests, likewise both do not meet to represent a structural masonry unit.

Keywords: Masonry unit, PET, cement, prickly pear mucilage

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, los residuos de plástico son una amenaza creciente y una oportunidad desaprovechada; los plásticos están presentes de manera recurrente en nuestra vida cotidiana, desde la compra de caramelos indefensos hasta los envases de alimentos y los depósitos de agua, pasando por las bolsas de la compra diaria; este consumo se ha vuelto tan excesivo que se ha convertido en una amenaza creciente, que da lugar a grandes masas de residuos no biodegradables. Sin embargo, también podemos verlo como una oportunidad desperdiciada.

Por otro lado, el ladrillo de arcilla para construcción es lo más utilizado en el sector; hay varios tipos de ladrillos y sus ratios de mezcla; habiendo sido inventado y desarrollado en respuesta a la demanda de construcción (San Bartolomé, y otros, 2020). Un trabajo desarrollado en la provincia de Jaén, explica que en esta ciudad los estrechos muros de mampostería se construyen con ladrillos tradicionales y artesanales creados en la provincia. Mego (2013), nos menciona que, a pesar de este enorme esfuerzo, actualmente no existe una comprensión fundamental de las propiedades físico-mecánicas de estos bloques o del comportamiento estático de estos tipos de sistemas de construcción.

Además, a medida que la tecnología avanza, se introducen nuevas tecnologías para la producción de ladrillos en el flujo de residuos de PET triturados, aumentando aún más el volumen de ladrillos producidos, según consultas en (Textos científicos, 2021) exponen que, El PET (polietilen tereftalat) fue inventado por Whinfield y Dickson en 1941. El PET es un químico sintético que pertenece al grupo de poliésteres y se desarrolló en 1941. Se desarrolló como polímero para la producción de fibras en el Reino Unido y se le concedió una patenta en el país. La búsqueda de sustitutos de algodón egipcio se hizo necesaria como consecuencia del hecho de que se vivió durante la WWII. Es cierto que se utilizó por primera vez industrialmente como fibra no fue hasta 1946, y su uso en textiles continúa hasta hoy. Se utilizó por primera vez para el envase de alimentos en 1952, marcando el inicio de la era moderna. Se utilizó por primera vez en forma de película. Sin

embargo, en el mercado, desde 1976, su aplicación más común ha sido en el envase duro, donde ha tenido un gran éxito por su idoneidad para con el almacenamiento en botellas de líquidos gasificados, así mismo de acuerdo con Echevarría (2017), son técnicas para obtener plástico reciclado de alta calidad para su reutilización. Son resistentes al desgaste y a la corrosión, tienen un buen coeficiente de deslizamiento, son resistentes química y térmicamente, proporcionan una buena barrera al CO₂, y son compatibles con otros materiales que pueden actuar como aditivo para ayudar a las propiedades mecánicas del ladrillo, proporcionando una mayor resistencia.

Al tener en cuenta estas consideraciones, el presente estudio de investigación es de importancia crítica porque busca desarrollar un ladrillo con características que se ajusten a las normas técnicas del RNE, que es un requisito del mismo en cuestión.

Ante esta problemática expuesta se formula la *Pregunta de Investigación* acerca de ¿Se puede lograr una óptima resistencia de una unidad de albañilería diseñada con arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna

En cuanto a la Justificación e importancia de este estudio brinda beneficios en cuatro enfoques: (a) Académico: porque los investigadores desarrollan las capacidades adquiridas con los objetivos de aprendizaje de cursos como Tecnología de los Materiales, Construcción y Diseño que demuestran y desarrollan la integración entre los conceptos teóricos y el proceso de investigación; (b) Técnicamente, porque se hace uso de laboratorios de ensayos de materiales para demostrar propiedades de la unidad de albañilería y contrastarla con especificaciones normativas; (c) Ambientalmente, porque se usa productos naturales y productos de reciclaje para la fabricación de las unidades de albañilería y así reducir en cierta forma el porcentaje de plástico contaminante en los sitios de acumulación; (d) Social, la industria de la construcción artesanal en Chiclayo sería la mayor beneficiada. Los gobiernos regionales y locales, así como otros organismos pertinentes, se beneficiarán del estudio porque tendrán un modelo de estudio creíble para utilizar en el futuro, lo que les permitirá ampliar su comprensión

de los nuevos diseños y materiales de construcción.

Por otro lado, esta investigación se plantea como el Objetivo General, Diseñar una unidad de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna – Chiclayo, y los Objetivos Específicos que son, Describir las propiedades del PET pulverizado y del mucilago de tuna respecto a su intervención en el diseño de unidades de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna, Chiclayo, Caracterizar las propiedades de la unidad de albañilería patrón según la norma E-070 en contraste con el diseño de unidades de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna, Chiclayo, Analizar los resultados de las propiedades físicas (alabeo, variación dimensional y absorción) y mecánicas (resistencia a la compresión $f'b$) de la unidad diseñada de albañilería prensada con: a) 35% arena, 15% de PET y 50% de mucilago de tuna; b) 55% arena, 20% de PET y 25% de mucilago de tuna, Chiclayo, Evaluar la variación de la unidad patrón en contraste con cada diseño de unidad de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna, Chiclayo.

Esta investigación se orienta en una hipótesis que es, la unidad de albañilería elaborada con PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna mejorará su resistencia frente a las unidades de albañilería convencional.

II. MARCO TEÓRICO

Basándose en el marco teórico Se tomaron en base a tesis que fueron realizadas por estudiantes de ingeniería civil de distintas universidades, con el fin de obtener un amplio conocimiento acerca del tema, se tiene el estudio de Chicchón y Rivasplata (2020) el objetivo de esta investigación fue determinar las propiedades físicas y mecánicas de las piedras de arcilla artesanal del distrito de Monsefú, en la provincia de Chiclayo, en la región de Lambayeque, en Perú. Como resultado de su investigación, descubrieron que tanto los bloques María Luisa como los Elías tenían valores de resistencia a la compresión que eran significativamente inferiores al valor mínimo del estándar E-070 de 50 kg/cm²; el bloque María Luisa tenía un f_c 23,15 kg/cm² y el bloque Elías tenía un f_c de 28,20 kg/cm²”.

Así mismo la investigación de Diaz (2019) el objetivo de este estudio fue investigar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques hechos a mano producidos en cuatro lugares diferentes de la Región de Lambayeque durante el año 2018. Utilizar técnicas de investigación científica para recoger datos críticos para el tema del estudio y su futuro desarrollo sobre una base sólida. Conclusión: Las piedras de los distritos de Íllimo, Lambayeque, Ferreñafe y Monsefú referente a los requisitos de resistencia del estándar nacional de reglamentos de construcción E 070 no cumplen los requisitos porque carecen de la resistencia y la estabilidad volumétrica necesarias para ser utilizadas en aplicaciones estructurales.

Existen diversos materiales de construcción como el ladrillo macizo Según Zea Osorio (2005) con el objetivo general de investigar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques cerámicos de hormigón para su uso en la construcción, y utiliza como técnica la recogida de información sobre normas, la investigación y el establecimiento de una sólida base teórica sobre la que basar su investigación. En última instancia, el autor concluye que no hay control de calidad en la producción de ladrillos hechos a mano; en cambio, el control de calidad se consigue empíricamente. Por lo tanto, el usuario no recibe un producto coherente y fiable.

La investigación de Mego Barboza (2013) donde las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos King-Kong en el sector de Fila Alta no cumplieron con el estándar RNE E.070 como resultado de la falta de humedad en los ladrillos, como determinó la prueba RNE E.070. Esto se debió a la falta de humedad en los ladrillos. Después de realizar pruebas de acuerdo con el Estándar E-070, se descubrió que las unidades de concreto no cumplían los requisitos estructurales, y que su resistencia a la compresión media era de 39,81 kg/cm², que es un valor mínimo recomendado de 50 kg/cm² en las directrices del Estándar normativo E-070.

Hoy en día, este material se sigue utilizando para construir viviendas desde los Estados Unidos hasta Bélgica. Tanto en estado natural crudos, como los que pasaron un proceso de cocción en hornos para este fin. Materiales de construcción que posteriormente se utiliza para edificios religiosos (la Iglesia de la Reconciliación de Berlín) o para alguna arquitectura industrial.

En investigaciones realizadas referentes al uso de PET, tenemos al tesista Angumba Aguilar (2016) donde, en el caso de los edificios construidos con PET, los investigadores examinaron el comportamiento termodinámico de las estructuras y compararon los resultados con los de una casa estándar construida con piedra utilizando métodos tradicionales. Resultó que, la adición de polímero en diversas proporciones permitió a los investigadores comprender mejor los efectos que este material tiene en la resistencia final del elemento; como resultado, se confirmó la hipótesis, lo que permitió a los investigadores concluir que esta investigación servirá como una alternativa para la reutilización del PET al tiempo que contribuye a la preservación del medio ambiente. Dado que el PET es un producto inerte, no genera iones potencialmente peligrosos cuando se mezcla con el hormigón o se utiliza en los entornos interiores y exteriores de las estructuras de construcción.

Molina, Vizcaino y Ramirez (2007), donde Se utilizó un ladrillo de 70% de PET y 30% de HDPE para comprobar la durabilidad del material. En combinación con la alta proporción de PET en la mezcla, el alto peso específico de la materia prima creó un ladrillo extremadamente ligero que resultó ser muy útil. Se aprobaron una serie de pruebas realizadas de acuerdo con las normas técnicas colombianas porque no

mostraba cambios dimensionales ni daños visibles cuando se sometió a rayos UV y humedad; tenía un porcentaje muy bajo de absorción de agua (0,29%); y cuando se sometió a fuerzas de flexión, la piedra se rompió a un ángulo de unos 45 grados.

Dentro del marco teórico se tiene a las siguientes teorías: Unidades de Albañilería, Según Norma técnica peruana E 0.70 (2006) los ladrillos y bloques de arcilla, sílice-cal u hormigón se encuentran entre las unidades de mampostería cubiertas por esta Norma.

Parnisari, (2017) “Las unidades de albañilería se presentan en tipos las cuales son”:

- Alveolar: Unidad de mampostería maciza o hueca que tiene los alvéolos de tamaño requerido para el refuerzo vertical, utilizada en muros reforzados.
- Apilable: El asentamiento de este tipo de unidad de mampostería no requiere el uso de mortero.
- Macizo: Unidad con sección transversal en cualquier plano con superficie igual o inferior al 70% de la superficie total del plano en el que se encuentra.
- Ecológico: Además de ser un excelente aislante contra el frío y el calor del exterior, ayuda a mantener los costes de mantenimiento en un mínimo absoluto.

Además tenemos la teoría de Propiedades físicas de las unidades de la albañilería, Según Aguirre (2004) podemos llegar a comprender las características mecánicas y físicas de las unidades de albañilería reconociendo su resistencia como un componente importante y otros aspectos como su resistencia a la intemperie y al deterioro.

- Resistencia a la compresión. Propiedad mecánica del ladrillo que soporta a compresión.
- Dimensionamiento. Hay que tener en cuenta varios factores, como la relación de la unidad nominal con la relación de la unidad media y, sobre

todo, la variabilidad de la altura de una unidad.

- Alabeo. Convexidades en las superficies de asiento.
- Absorción. Humedad que contiene la unidad de albañilería.

Así mismo se tiene la teoría de El Plástico PET, El petróleo representa el 64% del total, seguido de los derivados del gas natural (23%), y la atmósfera (13%) representa el 13% restante. (fuente: EPA). El alto grado de transparencia y brillantez, la conservación del sabor y la fragancia de los alimentos, la resistencia a los gases, la capacidad de reciclar el 100% del material y la posibilidad de fabricar envases reutilizables son características importantes de este material. Aunque todos estos factores han predicho su desplazamiento con respecto a otros materiales, debido a que las botellas no son reciclables, lo más habitual es que se abandonen en la bolsa de la basura y, por tanto, acaben en la basura (Luis, Rendón y Korody, 2008).

De la misma manera la teoría de Propiedades del plástico PET, los plásticos tienen una resistencia a la alta densidad, que es una de sus características más distinguidas. El aislamiento calorífico y eléctrico, así como la resistencia a los ácidos, alcaloides y disolventes, son algunas de las características adicionales. Cuando se trata de mezclas de hormigón, el PET posee características que lo convierten en un material alternativo viable para su uso (Agumba Aguilar, 2016). Específicamente, el tereftalato de polietileno (PET) presenta las siguientes cualidades, que son las más importantes:

- Buen comportamiento ante esfuerzos permanentes.
- La resistencia al desgaste es realmente alta.
- Un coeficiente de deslizamiento favorable.
- La resistencia química es excelente.
- Cualidades térmicas satisfactorias

Tabla 1. Datos técnicos del polietileno tereftalato.

DATOS TÉCNICOS DEL POLIETILENO - TEREFTALATO (PET)		
PROPIEDADES MÉCÁNICAS		
Peso específico	134	g/cm ³
Resistencia a la tracción	825	kg/cm ²
Resistencia a la flexión	1450	kg/cm ²
Alargamiento a la rotura	15	%
Módulo de elasticidad (tracción)	2850	kg/cm ²
Resistencia al desgaste por roce	Muy buena	
Absorción de humedad	0.25	%
PROPIEDADES TÉRMICAS		
Temperatura de fusión	255	°C
Conductividad térmica	Baja	
Temperatura de deformabilidad por calor	170	°C
Temperatura de ablandamiento de Vicat	175	°C
Coefficiente de dilatación lineal de 23 a 100 °C	0.00008	mm po °C
PROPIEDADES QUÍMICAS		
Resistencia a álcalis débiles a Temperatura ambiente	Buena	
	Arde con mediana	
Comportamiento a la combustión	dificultad	
Propagación de llama	Mantiene la llama	
Comportamiento al quemado	Gotea	

Fuente: Plásticos Mecanizables, 2017

Por otro lado la teoría de Proceso de reciclado mecánico de plástico PET segun Argueta (2006) afirma que el proceso de reciclado mecánico para varios polímeros es básicamente el mismo, y define el proceso como sigue:

Acopio. Las botellas de PET se recogen mediante el uso de programas de recogida itinerante y reciclaje, que se realizan para recoger botellas con fines de reciclaje. Como resultado de estas iniciativas, se limpian las calles y se reduce la cantidad de basura que acaba en los vertederos. Es preferible que los clientes separen su

basura antes de que sea recogida y transportada a los centros de recogida; sin embargo, en ausencia de recogida selectiva de basura, los recogedores desempeñan un papel importante en el sistema general de gestión de residuos.

Compactado. El material se ha comprimido para reducir su volumen total y hacer que su transporte y almacenamiento sea lo más sencillo y cómodo posible. Según el grado de compresión y la eficacia de la prensa, cada uno de estos bloques o carteles de PET tiene unas dimensiones medias de 153,5 x 130 x 85 centímetros y puede pesar entre 200 y 600 kilogramos en su peso máximo.

Molido. Si el material ha sido compactado, es necesario molerlo (o picarlo) para facilitar la separación de los distintos tipos de polímeros del material, así como la limpieza del material picado una vez que se ha picado. Dependiendo del diseño y del tipo de molino disponible, la reducción de tamaño del PET puede dar lugar a copos de un tamaño tan pequeño como media pulgada o un cuarto de pulgada, o tan grande como copos de polvo en algunas situaciones.

Separación. Cuando el PET se separa de otros materiales, se separa de una amplia gama de otros materiales, incluyendo varios tipos diferentes de polímeros y metales, así como vidrio y papel, entre otras cosas. Cuando se trata de las materias primas, la macro separación se refiere al proceso de desopercularizar y deslabelizar manualmente cada una de ellas (botellas desechadas). La separación microscópica se consigue mediante el uso de una característica física específica, como el tamaño, el peso o la densidad, entre otros, para lograr la separación. Si requiere utilizar el procedimiento de separación por fusión, primero se tiene que disolver el plástico y luego separarlo en polímeros en función de los puntos de fusión de cada polímero (temperatura).

Limpieza. Hay una variedad de contaminantes que se encuentran dentro de la funda de PET, como alimentos, papel (incluidos los cereales), piedras, polvo, aceite, disolventes y (en escasos casos) pegamentos. En consecuencia, deben procesarse en un baño que garantice que los contaminantes se eliminen de sus cuerpos. Para limpiar la basura de plástico significativamente contaminada, se pueden utilizar hidrociclones. Como son ligeros, pueden eliminar el plástico contaminado flotando

sobre la superficie del agua, donde se evacua, mientras que los contaminantes caen a un nivel inferior en la superficie del agua y se liberan. Es posible obtener policías que han sido limpiados como resultado del uso de esta técnica

Secado. Durante este procedimiento, se elimina la humedad excesiva de la sustancia. El uso de secadores para centrifugar o de aire caliente o frío para que circule por el material del suelo puede ayudar a eliminar cualquier humedad que se haya acumulado cuando la temperatura es lo suficientemente alta.

De la misma manera se tiene la teoría de Mucilago de Tuna, la resistencia a la compresión axial y el módulo elástico son reducidas en comparación con las muestras de control cuando el mucílago de higo de chumbo está presente en las proporciones de 0,45 y 0,60 (m/c), respectivamente. However, cuando la proporción de 0,30 (m/c) está presente, la resistencia y el módulo elástica aumentan en comparación con las muestras de control (Ramirez, 2008).

La Gerencia Regional Agraria en su publicación Cultivo de Tuna (2009), dice que el nopal es una planta arborescente que crece de 3 a 5 metros de altura y tiene un tronco leñoso de 20 a 50 centímetros de diámetro. Las plantas de nopal crecen hasta una altura de 1,5 a 2,0 m en Perú, lo que indica que pueden prosperar en casi cualquier clima, pero principalmente en climas cálidos y húmedos. Son espinosas, de color verde oscuro cuando son jóvenes y se vuelven de color rojo brillante cuando están maduras, y contienen una alta concentración de sales de calcio, potasio, sulfato, fósforo, sodio, vitamina C y fibra vegetal. Además, posee propiedades tanto medicinales como nutricionales.

Megy Ninosja (2017) El objetivo era producir una gran cantidad de membranas mucosas del pez chumbo, que luego se evaluarían y estudiarían para comprender mejor las propiedades químicas del material. Concluye que las proporciones de agua-pench 3/1-4/1 a una temperatura de extracción de 60-80° Celsius y un período de extracción de 2-4 horas a una temperatura de 60-80° Celsius y un intervalo de tiempo entre 2 y 4 horas pueden utilizarse para crear membranas mucosas. En consecuencia, adquiere las características de la membrana mucosa y tiene un

contenido de humedad que oscila entre el 56 y el 74 por ciento, con proteínas que contienen entre el 1,9 y el 4,10 por ciento de la proteína total y cenizas que contienen entre el 1,44 y el 2,20 por ciento de la ceniza total. Después de esto, se concluye que hay que sumergirse en la penca durante un período de siete días para obtener una consistencia de aloe. Esto da lugar a la formación de una textura de plástico, que se aplica como capa de protección plástica sobre la superficie para que se seque después del proceso.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Valderrama (2013) un enfoque cuantitativo para este tema de estudio, recopilando datos de forma numérica, utilizando metodologías, realizando investigaciones y/o presentando resultados.

Es **Aplicada**, identifica errores, con esto se puede establecer estrategias de soluciones que son puestas en práctica, según Borja Suarez (2012) implica que es el estudio que comienza con una realidad problemática y termina con la comprensión, la actuación, la creación o la transformación de la misma mediante su aplicación directa, en lugar del crecimiento del conocimiento, tal y como lo definen sus reglas de cualidades particulares.

Es en este ámbito en el que hemos incluido la investigación que estamos llevando a cabo actualmente, ya que el objetivo del estudio es producir una unidad de hormigón ideal que ayude a los habitantes de Chiclayo, utilizando PET triturado y mucílago de tuna como materiales de construcción.

Bernal (2010). Afirma que un estudio **experimental** siempre caracteriza el objetivo del análisis, por lo que es fundamental tener objetivos para descubrir los impactos producidos a partir del proceso de comprobación de las hipótesis.

También conocida como investigación cuantitativa, se realiza de forma secuencial: comenzamos con una idea limitante, luego pasamos a la definición de objetivos y preguntas (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Se desarrolla un punto de vista teórico. Los objetivos se evalúan en la siguiente fase, y las preguntas se transforman en hipótesis (el plan de estudio), después de la cual se selecciona una muestra. El examen y la presentación (normalmente a través de un análisis estadístico) de los datos obtenidos por uno o varios equipos de medición como resultado de la fase de recogida de datos constituye la etapa final.

En consecuencia, el diseño de la investigación es **Cuasiexperimental** del Tipo **Aplicada** con grupo de control.

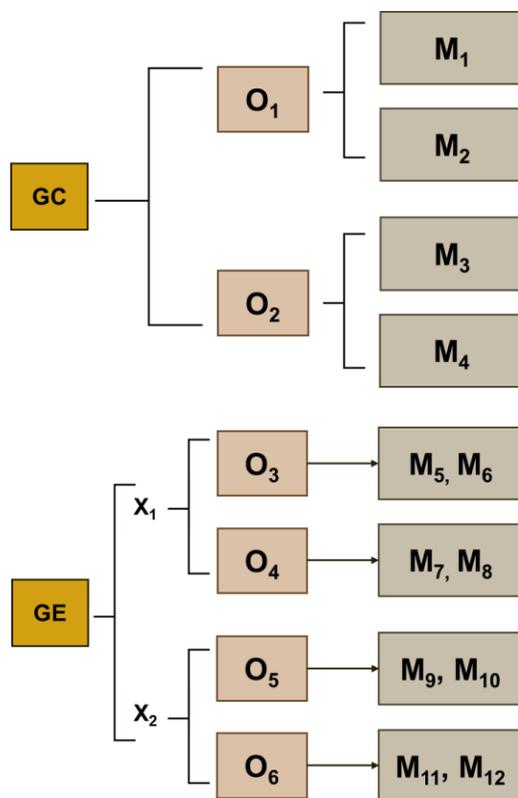


Figura 1. Diagrama del diseño de la investigación.

Fuente: Elaboración Propia.

GC: Grupo de unidades de albañilería de arcilla tipo IV, según norma E-070, sin la inclusión de PET, cemento y mucílago de tuna, Chiclayo.

GE: Grupo de experimentación con adición del diseño de unidad de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucílago de tuna, Chiclayo.

O1: Ensayo de variación dimensional con 10 und. (M1), y de alabeo con 10 unidades (M2). Cada muestra comprende las mismas 10 unidades que se eligen al azar de un lote de hasta 50 millares de ladrillo.

O2: Ensayo de absorción con 5 und. (M3), y de resistencia a la compresión con 5 unidades (M4). Cada muestra comprende las mismas 10 unidades que se eligieron para los ensayos anteriores, cuyo muestreo es al azar de un lote de hasta 50 millares de ladrillo de la fábrica.

X1: Tratamiento a la unidad de albañilería con 35% arena, 15 % de PET

pulverizado y 50% de mucílago de tuna.

X2: Tratamiento a la unidad de albañilería con 55% arena, 20 % de PET pulverizado y 25% de mucílago de tuna.

3.2. Variables y operacionalización

Se consideraron las variables, proporcionando definiciones conceptuales y operativas de cada una de ellas. Se introdujeron las dimensiones, los marcadores y la escala de medición correspondientes, como se hizo en el siguiente estudio. Para nuestro esfuerzo de estudio, identificamos los siguientes factores.

- VARIABLE INDEPENDIENTE:

Referidas aquellas componentes del diseño que serán modificadas y que son independientes al objeto general de la investigación.

- Suelo-cemento
- PET pulverizado.
- Mucílago de tuna.

ARENA SUSTITUIDA PARCIALMENTE POR PET TRITURADO, CEMENTO Y MUCILAGO DE TUNA

Definición conceptual:

En el curso de la investigación sobre las unidades de mampostería de suelo-cemento, se descubrió que el suelo debe cumplir ciertos parámetros, entre ellos ser una arena con un bajo contenido de limo y arcilla para que el cemento pueda ofrecer cohesión. Es un tipo de suelo bueno para la fabricación de ladrillos. Debe utilizarse un suelo-cemento arenoso con una alta proporción de partículas y un alto grado de flexibilidad, que permita su moldeado (ROSETO, 1996).

El PET, un material polimérico que pertenece a la clase de materiales conocidos como polímeros, se distingue principalmente por su alta resistencia a la tracción y su buena resistencia a la fatiga y al desgarramiento (ECHEVERRÍA, 2017).

El mucílago de higo es un polisacárido con un peso molecular de aproximadamente 13x16g/mol que es extremadamente ramificado y fibroso por

naturaleza. La arabinosa representa del 35 al 40% de su contenido total de azúcares. La galactosa y la xilosa representan entre el 20 y el 25% del contenido total de azúcares, y la ramnosa y el ácido galacturónico entre el 7 y el 8% del contenido total de azúcares. La comunidad científica la reconoce oficialmente como "Opuntia Ficus-India". La función principal de esta planta es nutrir el medio ambiente. También se emplea en el proceso de estabilización del suelo. (Flores Mogrovejo, y otros, 2020).

Definición operacional:

El diseño de una unidad de albañilería que mejore las propiedades de la muestra patrón, es decir, la de una unidad que sea de uso en muros portantes en zonas con riesgo sísmico $Z=4$ (E-030), es decir, tipo IV o tipo V, según la norma E-070. En la presente investigación se mide la variante a través de la observación en el laboratorio de unidades con variaciones del suelo, PET pulverizado y mucílago de tuna, se contrasta con las especificaciones de la norma, comparadas con la información de una muestra patrón y el análisis de datos mediante la estadística inferencial.

Tabla 2: operacionalización de variables independiente.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
ARENA SUSTITUIDA PARCIALMENTE POR PET TRITURADO, CEMENTO Y MUCILAGO DE TUNA	Características del suelo cemento, PET y Mucílago.	Granulometría del suelo (%) Granulometría del PET (%) Contenido de sales del mucílago (ppm). Contenido de cloruros del mucílago (ppm). Contenido de sales de sulfatos (ppm). PH (valor)	Intervalo
	Descripción de propiedades de la unidad de albañilería de acuerdo con E070.	- Dimensiones (mm) - Alabeo (mm) - Absorción (%) - Resistencia a la compresión ($f'c$): kg/cm ²	Razón

	Propiedades de unidad de albañilería con variación de suelo, PET y mucílago.	- Propiedades de unidad de albañilería con 85% de arcilla, 20% de cemento, 15 % de PET pulverizado y 50% de mucílago de tuna - Propiedades de unidad de albañilería con 80% de arcilla, 20% de cemento, 20 % de PET pulverizado y 25% de mucílago de tuna.	Razón
--	--	---	-------

Fuente: Tabla realizada por los autores

- VARIABLE DEPENDIENTE:

DISEÑO DE UNA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PRENSADA

- Evaluación de la unidad de albañilería

Definición conceptual:

Según la norma, una unidad de albañilería debe tener un tamaño y un peso que permita manejarla con una sola mano para ser clasificada como tal.

La prueba de compresión ofrece una evaluación cualitativa de las unidades. Incluso si ambas unidades se construyeron al mismo tiempo, una unidad de baja altura tendrá más resistencia que otra de mayor altura. En consecuencia, (la Norma NTP), la institución encargada de asegurar la calidad del producto, clasifica las unidades cualitativamente (basándose en su $f'c$), sin tener en cuenta el producto final, que es la albañilería.

Definición operacional:

Como resultado de la discrepancia en el tamaño y la deflexión entre las unidades, la resistencia a la compresión y al corte de la estructura de hormigón disminuye drásticamente. Es como resultado de esto que se forman uniones de mortero con un grosor superior al valor nominal de 10 mm. Como resultado de estas modificaciones, la resistencia del mortero a la compresión y al cizallamiento, así como la resistencia del hormigón, se reducen significativamente. Los resultados de las pruebas mencionadas en la Tabla 1 del E-070 se utilizaron en lugar de los resultados más favorables mencionados en la Tabla 2 del E-070, como resultado de esto (SENCICO, 2015).

Tabla 3. Operacionalización de variables dependiente

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
DISEÑO DE UNA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PRENSADA	Evaluación de la variación con la muestra patrón.	Contraste de la clasificación de la unidad de albañilería respecto a: - Dimensiones - Alabeo - Absorción - Resistencia a la compresión (f´b)	Intervalo

Fuente: Tabla realizada por los autores

3.3. Población, muestra y muestreo

- **POBLACIÓN**

“Es el grupo de todas las cuestiones que coinciden con una sucesión de determinaciones”, (Lepkowski, 2014).

Así mismo Batthyany (2011) afirma que la población es una delimitación del universo de unidades de análisis, respecto a las cuales se contrastan hipótesis y se forman conclusiones en el proceso de investigación, y se reconoce a partir de las unidades a observar en un espacio y tiempo.

Construimos 150 unidades de mampostería prensada (75 para cada muestra) utilizando PET pulverizado, cemento y mucílago de higo chumbo como sustitutos parciales de la arcilla con el objetivo de producir una unidad de mampostería prensada con arcilla que ha sido parcialmente sustituida por PET pulverizado, cemento y mucílago de higo chumbo.

- **MUESTRA**

“La muestra en afinidad al método cuantitativo, es un subgrupo de la población de consideración sobre la cual se recogerá información, y por lo que es importante determinar y definirse preliminarmente con exactitud, por lo cual tiene que ser representativo de la población”. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Se seleccionó una muestra aleatoria de 30 unidades para la Muestra X1 y 30

unidades para la Muestra X2 de las 150 unidades de mampostería prensada con arcilla parcialmente sustituida por PET triturado, cemento y mucílago de higo chumbo (población) que se fabricaron en el laboratorio y se utilizaron para los experimentos correspondientes.

Se realizaron 3 tipos de ensayos el de alabeo, de Resistencia y de absorción, tomándose 10 unidades por cada ensayo para la muestra X1 y 10 unidades para la muestra X2. Las diferencias de las mezclas se detallan a continuación.

- Para la **muestra 1**, en concreto, 30 unidades de hormigón prefabricado fueron presionadas con arcilla que había sido sustituida parcialmente por PET en polvo, así como cemento y mucilago de gambas de cromo para crear una unidad de hormigón que se trataría con una mezcla del 35% de arena y el 15% de PET machacado, y el 50% de mucilago de gambas de cromo.
- Para la **muestra 2**, A la hora de probar las unidades de hormigón impreso, los investigadores utilizaron un tratamiento de las unidades de hormigón que contenía un 55% de arena, un 20% de cemento, un 20% de PET pulverizado y un 25% de mucilago de dientes de cromo, con la arcilla sustituyendo parcialmente por el PET pulverizado, el cemento y el mucilago de dientes de cromo en algunas ocasiones.

Tabla 4. Cantidad de ensayo para las unidades de albañilería

Descripción	Ensayos				Total
	Alabeo	Variación Dimensional	Resistencia	Absorción	
Muestra X1	10 und	10 und	05 und	05 und	30 und
Muestra X2	10 und	10 und	05 und	05 und	30 und
					60 und

Fuente: Tabla realizada por los autores

- **MUESTREO**

“El muestreo, es la técnica o metodología que nos ayuda a escoger muestras con una finalidad concisa o con un criterio delimitado. Por lo cual es una representación de la población”. (Niño, 2011). Serán de carácter **No Probabilístico** de **Tipo Intencional** para los fines de esta investigación, ya que los elementos serán

elegidos en base a criterios preestablecidos por los autores, y hubo 75 unidades para la Muestra X1 con una dosis diferente a las 75 unidades para la Muestra X2, utilizando los criterios establecidos en la norma E070. Además, había 75 unidades para la Muestra X2 con una dosis diferente a la de la Muestra X1.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- **TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Seguir un plan de proyecto predefinido de métodos que nos ayuden a agrupar los datos para un objetivo específico (Hernandez, 2014) es necesario para que la recogida de datos tenga éxito. Las palabras que han tomado nuestro tiempo nos recuerdan que debemos decidir cómo recoger la información necesaria para llevar a cabo el proyecto de investigación, porque es crítico que se desarrolle de forma observacional y estructurada para proporcionar un análisis de los resultados. En consecuencia, la estrategia de desarrollo que se aplicará será la de observación.

Técnica de la Observación: Para Hernández et al. (2014) sostiene que la observación es la recolección adecuada y estricta de los hechos, que apoya la realización de lo que sucede en su entorno. De acuerdo a lo expuesto, la técnica que se manejará es la de la observación directa, porque se hace un registro de la información, y los datos se pasarán posteriormente a Excel; también, el estudio de variación de los resultados del hormigón que se realizaron en el laboratorio para obtener datos para el diseño del pavimento.

- **INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para Palella y Martins (2012) esta norma se utiliza como referencia para el almacenamiento de datos, y hace uso de formatos que pueden modificarse fácilmente en función del tipo de trabajo que se realice. A la luz de lo anterior, se reconoce ampliamente que es necesario construir hojas de datos para capturar la información recogida en el campo, el laboratorio, así como de las observaciones y sugerencias de los ingenieros.

- **VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO**

Arias (2012) expone que se debe asegurar que el instrumento mide lo que debe medir, así como de que se comprueba y se demuestra la pertinencia del instrumento

y su conexión con los objetivos y las variables específicas del estudio. Mediante el uso del juicio profesional y la experiencia, esta estrategia puede aplicarse con éxito.

- **CONFIABILIDAD DE RESULTADOS:**

Confiabilidad Según Hernández (2018) es el grado en que su aplicación repetida al mismo individuo y objeto arroja los mismos hallazgos. En este caso, las máquinas se vinculan con las que se utilizan en laboratorios plenamente aprobados por el INDECOPI y con equipos calibrados, y con la calibración se podrá validar que los hallazgos son verdaderos, sin margen de error.

3.5. Procedimientos

A continuación, se detalla el flujo del procedimiento desarrollado en la presente investigación:

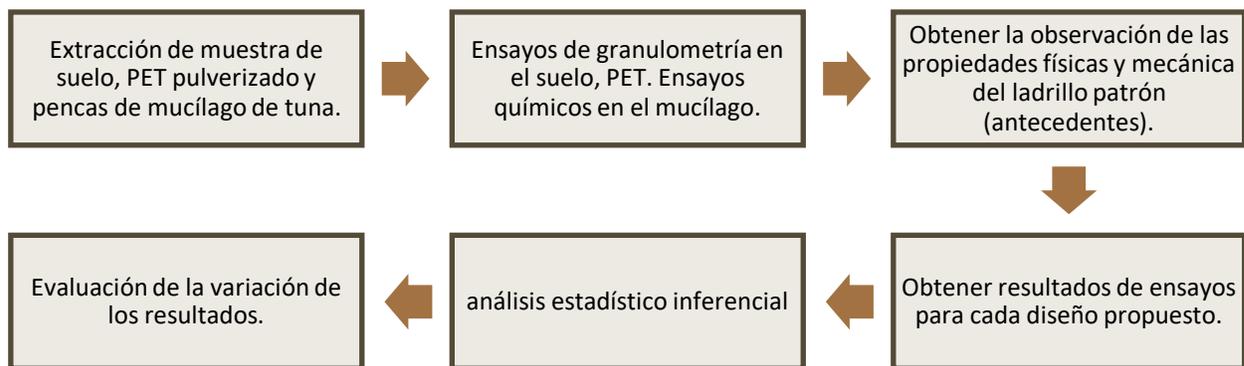


Figura 2. Diagrama de flujo del procedimiento de la investigación.

Fuente: Elaboración Propia.

3.6. Método de análisis de datos

Se analizarán los datos obtenidos siguiendo la secuencia.

- a) Prueba de Normalidad (Anderson Darling)
- b) Prueba de homogeneidad de varianzas (Bartlett)
- c) El Análisis de varianza (ANOVA)
- d) Comparaciones Múltiples (Prueba de TUKEY)

Con la aplicación del software SPSS, pudimos analizar los datos que recogimos. Se realizaron varias pruebas, como la prueba de variación dimensional, la prueba de albedo, la prueba de absorción y la prueba de compresión básica. Después, se realizó la siguiente investigación.

Nivel de significancia α : Esto se define de la siguiente manera: El nivel de significado estadístico de una prueba estadística está asociado a las pruebas de una hipótesis y se define de la siguiente manera: Cuando se trata de estadísticas, es la probabilidad de llegar a una decisión sobre si una hipótesis o un supuesto deben ser rechazados o aceptados. El nivel de significación para este ejemplo se fijará en 0,05 por simplicidad.

3.7. Aspectos éticos

La calidad ética de la investigación se garantiza aplicando los siguientes principios éticos:

<i>Beneficencia</i>	<i>No Maleficencia</i>	<i>Autonomía</i>	<i>Justicia</i>
<ul style="list-style-type: none"> • La investigación proporciona una contribución metodológica y analítica de la estructura de este tipo de programa poco documentado para posteriores investigaciones aplicadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para el desarrollo de la recolección de datos, no se ha generado ningún perjuicio sobre participantes o intervención sobre los datos que perjudique la confiabilidad de resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Esta investigación es un trabajo de interés particular y con el fin de trasladar los resultados a estudiantes de Comunicaciones. Se ha respetado en la redacción el estilo APA. 	<ul style="list-style-type: none"> • La selección de la muestra se ha seleccionado considerando criterios que no atenta contra la justicia.

Figura 3. Cumplimiento de los principios éticos de la investigación.

Fuente: Elaboración Propia.

IV. RESULTADOS

Se proporcionará un resumen de los resultados, que demuestra el logro de los objetivos establecidos, lo que a su vez permitió el logro de los resultados del objetivo general: Diseñar una unidad de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna.

- **OE1. DESCRIBIR LAS PROPIEDADES DEL PET PULVERIZADO Y DEL MUCÍLAGO DE TUNA RESPECTO A SU INTERVENCIÓN EN EL DISEÑO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.**

Las pruebas de laboratorio se realizaron de acuerdo con las normas técnicas peruanas, y los resultados se presentan en la siguiente tabla, que resume los resultados:

Ensayo granulométrico al suelo

Tabla 5. Detalle de la granulometría del suelo (arena)

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	%Q' Pasa
#8	2.36				
#10	2				100
#30	0.6	25.1	4.1	4.2	95.9
#40	0.42	3.5	0.6	4.7	95.3
#50	0.3	24.2	4	8.7	91.3
#80	0.18	195	32.2	40.9	59.1
#100	0.15	132.5	21.9	62.8	37.2
#200	0.075	87.6	14.5	77.3	22.7
< #200	FONDO	137.5	22.7	100	0
FINO		605.4			
TOTAL		605.7			

Fuente: Tabla realizada por los autores.

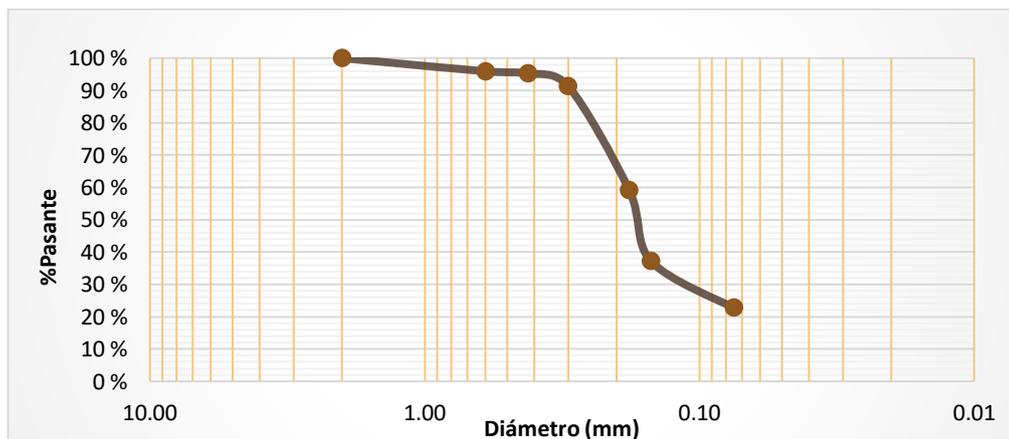


Figura 4. Curva granulométrica del suelo usado en el diseño de ladrillos.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 6. Detalle de la granulometría del pet pulverizado

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	%Q' Pasa
#4	4.76				100
#8	2.36	0.2	0.1	0.1	99.9
#10	2	0.5	0.2	0.4	99.7
#30	0.6	88.7	44.2	44.5	55.5
#40	0.42	38.7	19.3	63.8	36.2
#50	0.3	23.2	11.6	75.3	24.7
#80	0.18	31.2	15.5	90.9	9.1
#100	0.15	8	4	94.9	5.1
#200	0.075	6.9	3.4	98.3	1.7
< #200	FONDO	3.4	1.7	100	0
FINO		200.8			
TOTAL		200.8			

Fuente: Tabla realizada por los autores.

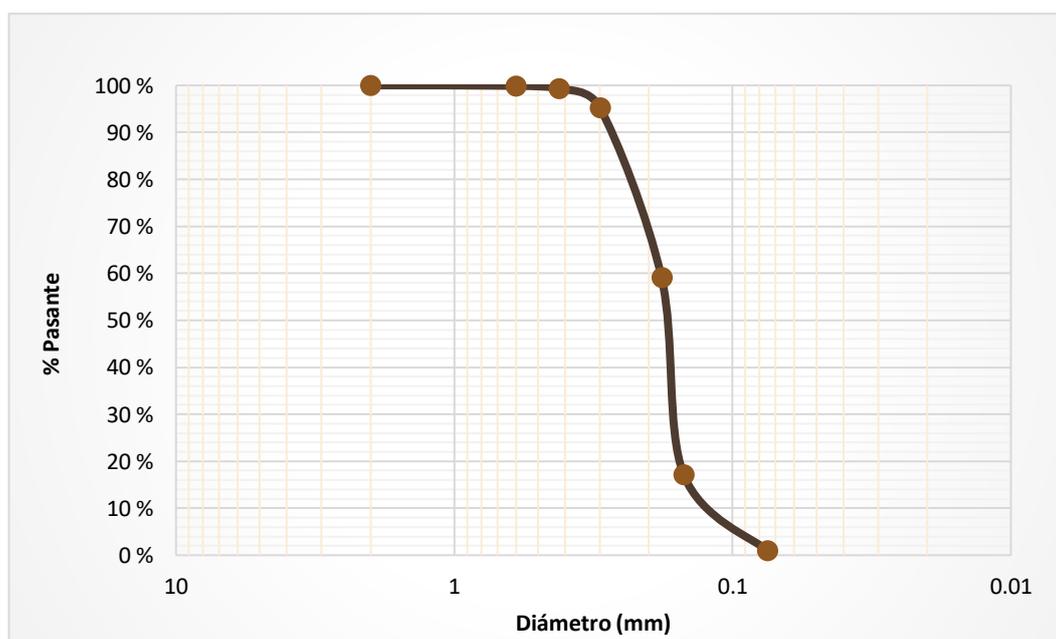


Figura 5. Curva granulométrica del PET pulverizado.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 7. Detalle de la granulometría de arena, cemento y pet.

Tamiz	Abertura (mm)	Arena fina	PET. pulv.	Cemento. P.	%Ret.	%Q' Pasa
3"	76.2	65%	30%	5%		
2 1/2"	63.5					
2"	50.8					
1 1/2"	38.1					
1"	25.4					
3/4"	19.05					
1/2"	12.7					
3/8"	9.525					
1/4"	6.35					
#4	4.76					
#8	2.36					100
#10	2		0.1		0.1	99.9
#30	0.6	2.7	13.3		15.9	84
#40	0.42	0.4	5.8		6.2	77.8
#50	0.3	2.6	3.5		6.1	71.7
#80	0.18	20.9	4.7		25.6	46.1
#100	0.15	14.2	1.2		15.4	30.7
#200	0.075	9.4	1	0.1	10.5	20.2
< #200		14.8	0.5	4.9	20.2	0
					100	

Fuente: Diagrama realizado por los autores.

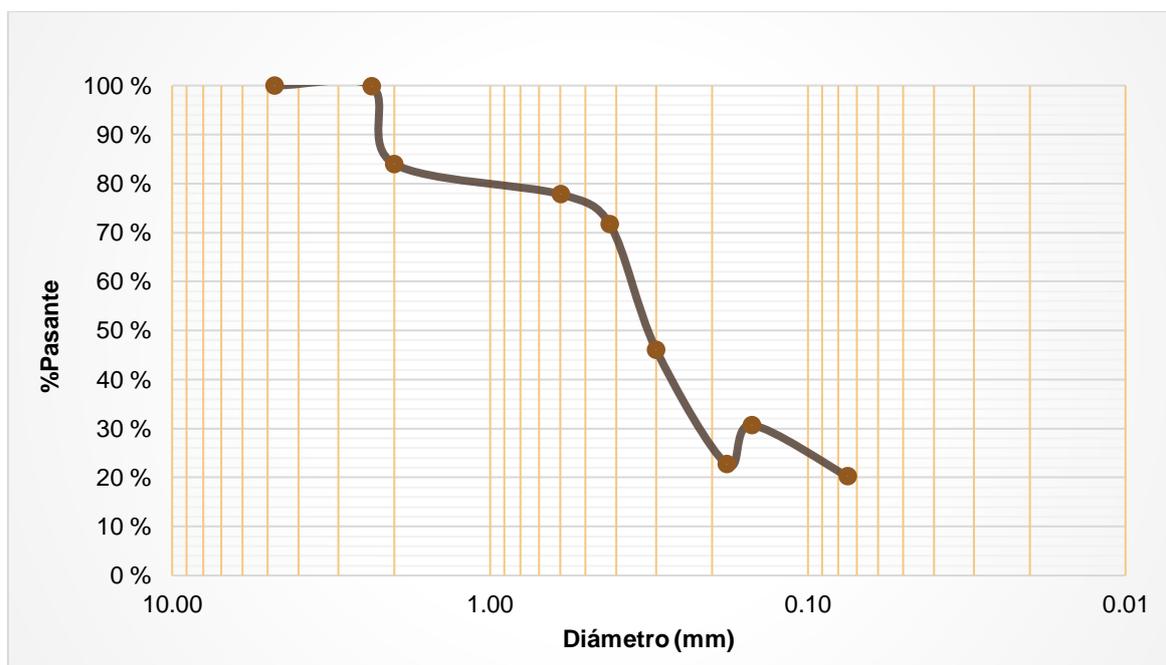


Figura 6. Curva granulométrica de la mezcla final de arena, cemento y PET.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 8. Clasificación del suelo de acuerdo con el sistema AASHTO.

N° 10	N° 40	N°200	Limite Líquido	Limite Plástico
---	95.3	22.72	---	NP

Fuente: Diagrama realizado por los autores.

- Empleando la Tabla N°7 determinaremos el tipo de suelo.

%que pasa la malla n°200 = 22.72%

De acuerdo con la Figura N°6 es un material granular.

- Problema nos dice que si L.L = ---

De acuerdo con la tabla nos dice que es de tipo A-1 o A-3.

Tabla 9: clasificación de suelos según AASHTO.

Clasif. General	Materiales Granulares (35% o menos pasa la malla n°200)						Limos y Arcillas (35% pasa malla N° 200)					
Grupos	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7	
Subgrupos	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7				A - 7 - 5 / A - 7 - 6	
% que pasa tamiz:												
N° 10	50 máx.											
N° 40	30 máx.	50 máx.	51 min									
N° 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.					
Caract. Bajo N° 40												
LL				40 máx	41 min	40 máx	41 min	40 máx	41 min	40 máx	41 min	
IP	6 máx.	6 máx.	NP	10 máx	10 máx	11 min	11 min	10 máx	10 máx	11 min	11 min	
IG	0	0	0	0	0	4 máx	4 máx	8 máx	12 máx	16 máx	20 máx	
Tipo de material	Gravas y Arenas	Arena fina	Arena fina	Gravas y arenas limosas y arcillosas				Suelos Limosos		Suelos arcillosos		
Terreno fundación	Excelente		Excelente	Excelente a bueno				Regular a malo				

Fuente: Tabla realizada por los autores.

➤ Según el problema tiene un I.P = NP

De acuerdo con la tabla nos dice que es de tipo A-3.

Para el suelo el índice de grupo para esta clasificación siempre es "0" por lo tanto el suelo es A-3(Arena fina).

Rango de diagrama de textura de suelos (NTC 5324)

De acuerdo con lo que dictamina la normativa colombiana 5324, el suelo optimo o adecuado debe estar dentro del siguiente rango granulométrico.

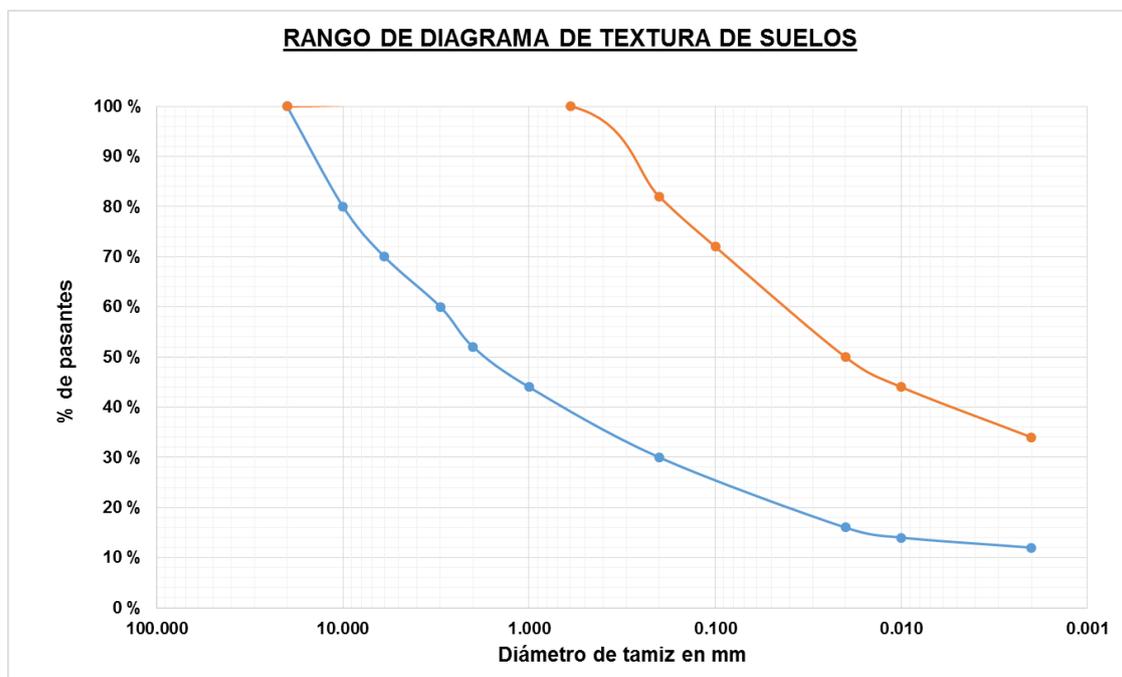


Figura 7. Rango granulométrico delimitado según la NTC 5324.

Fuente: Elaboración Propia.

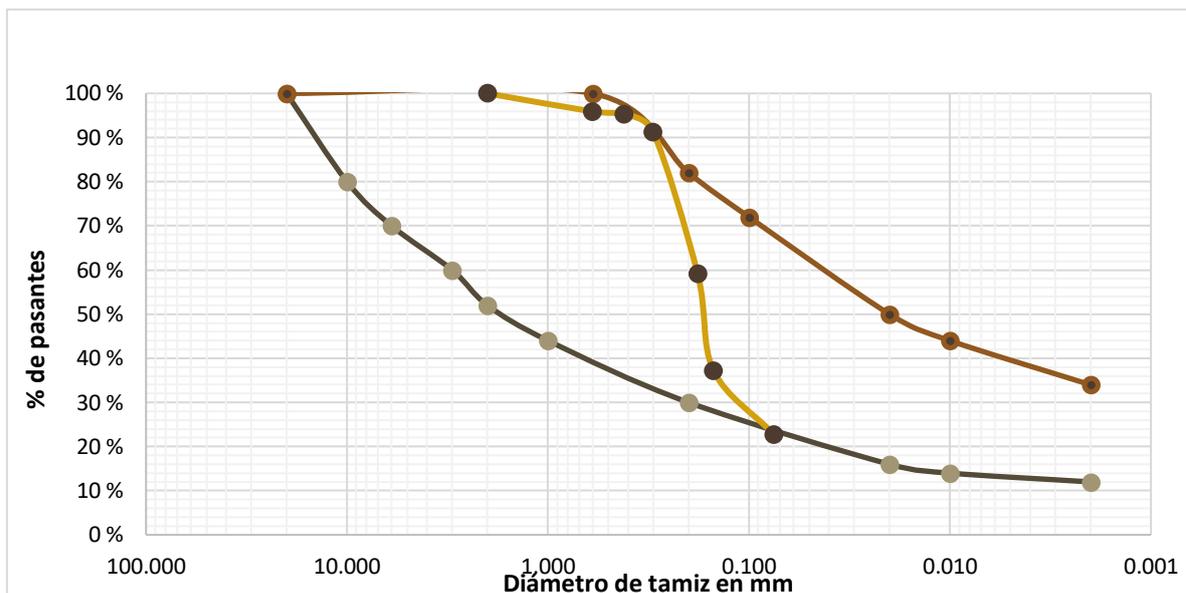


Figura 8. Comprobación de la curva granulométrica final.

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede verificar sobreponiendo la curva granulométrica del suelo que este se encuentra dentro del rango permisible según la norma NTC 5324.

Propiedades químicas del mucílago de tuna:

Tabla 10. Características químicas del mucílago.

DESCRIPCIÓN	PPM
Contenido de sales solubles	2528
Contenido de cloruros	1064
Contenido de sulfatos	1364
PH	6.3

Fuente: Tabla realizada por los autores.

De acuerdo con los resultados, el mucílago interviene muy bien como un plastificante e incorporador de aire, sin que sus propiedades químicas reaccionen negativamente con el cemento en la mezcla.

- **OE2. CARACTERIZAR LAS PROPIEDADES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PATRÓN SEGÚN LA NORMA E-070 EN CONTRASTE CON EL DISEÑO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA PROPUESTO.**

Variación dimensional de la unidad patrón (0% de PET, 0% de mucílago)

Según la norma NTP 399.613 se emplearon diez unidades sólidas de suelo (arcilla) - cemento (20%). Se ha tomado cuatro medidas en cada una de las aristas para su largo, ancho y altura, donde los resultados de sus propiedades se

resumen en la siguiente tabla:

Tabla 11. *Tabla resumen de variación dimensional de la muestra patrón.*

Muestra	Dimensiones promedio en cm.		
	L	A	H
1	23.96	14.2	7.92
2	24	14.1	7.9
3	23.9	14.2	7.93
4	23.95	14.18	7.95
5	24	14.21	8.1
6	24.03	14.21	8.15
7	24.04	14.17	7.95
8	24.05	14.22	8.12
9	24	14.14	8.22
10	24.06	14.24	8.08
Promedio	23.999	14.187	8.032
Dim. Nominal (cm)	24	14	8
Variación (%)	0.004%	1.336%	0.400%
Clase	V	IV	V

Fuente: Tabla realizada por los autores.

Alabeo de la unidad patrón (0% de PET, 0% de mucílago)

Tabla 12. *Tabla resumen de los resultados de alabeo de muestra patrón.*

Unidad	Dimensión de alabeo en mm	
	Concavidad	Convexidad
1	0.4	-
2	0.5	-
3	0.3	-
4	0.5	-
5	0.6	-
6	0.6	-
7	0.5	-
8	0	-
9	0.3	-
10	0.5	-
Máximo	0.6	-
Clase	V	

Fuente: Tabla realizada por los autores.

Absorción de la unidad patrón (0% de PET, 0% de mucílago)

De acuerdo con la norma NTP 331.017. se presenta el cuadro resumen de resultados:

Tabla 13. Resumen de resultados de absorción de muestra patrón.

Muestra	Wd (g)	Ws (g)	ABS (%)
1	4519.30	5198.30	15.02
2	4508.10	5213.10	15.64
3	4496.45	5241.02	16.56
4	4500.40	5194.40	15.42
5	4489.50	5189.25	15.59
Absorción promedio (%)			15.65
Clase	V		

Fuente: Tabla realizada por los autores.

Resistencia a la compresión $f'b$ de la unidad patrón (0% de PET, 0% de mucílago)

Tabla 14. Resultados de resistencia a la compresión mínima de muestra patrón.

Muestra	Área (cm ²)	Pu (kg)	$f'b$ (kg/cm ²)
1	170.10	22896.10	134.60
2	170.06	23987.41	141.05
3	170.85	23009.50	134.68
4	170.53	22015.32	129.10
5	170.15	23678.48	139.16
		X	135.72
		σ	4.65
		CV (%)	3.43
		$f'b$	131.07

Fuente: Tabla realizada por los autores.

De acuerdo con el resultado y en contraste con la tabla 01 de la norma E070, el tipo de clase de unidad es IV.

En base a los resultados y de acuerdo con la norma E070 (SENCICO, 2015), por lo tanto, la clase de la unidad patrón es IV, y cumple con los requisitos para

ser usada en muros portantes.

- **OE3. ANALIZAR LOS RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS (ALABEO, VARIACIÓN DIMENSIONAL Y ABSORCIÓN) Y MECÁNICAS (RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F'B) DE LA UNIDAD DISEÑADA DE ALBAÑILERÍA PENSADA CON: A) 85% ARCILLA, 15% DE PET, 20% CEMENTO Y 50% DE MUCÍLAGO DE TUNA; B) 80% ARCILLA, 20% DE PET, 20% CEMENTO Y 25% DE MUCÍLAGO DE TUNA.**

Dosificaciones del diseño de la unidad de albañilería.

La dosificación de cemento y **PET** pulverizado que se usa en la mezcla se debe a razón de mejorar e incrementar sus propiedades. Se tomó como punto de partida la dosis usada en la tesis realizada por Rojas y Vidal (2014), en donde optaron por un 20% de cemento. En cuanto a la proporción del **PET** pulverizado se tuvo consideración en la investigación de MEGO (2013), en donde se usó un 20% de **PET**.

Dichas dosificaciones son sustentadas por juicio de expertos, en donde también se valida la proporción de agua y mucílago de tuna en base a la experiencia del experto.

Diseño de mezcla N°1 con 85% suelo, 15% PET pulverizado, 20% cemento y 50% de mucílago de tuna.

Tabla 15. *Dosificación de los materiales de la mezcla n°1 / und.*

MATERIALES	PESO
Suelo	3315 g
PET pulverizado	585 g
Cemento mochica tipo 1	780 g
Agua	351 ml
Mucílago de tuna	351 ml

Fuente: Tabla realizada por los autores.

Diseño de mezcla N°2 con 80% suelo, 20% PET pulverizado, 20% cemento y 25% de mucílago de tuna.

Tabla 16. Dosificación de los materiales de la mezcla n°2 / und.

MATERIALES	PESO
Suelo	3120 g
PET pulverizado	780 g
Cemento mochica tipo 1	780 g
Agua	526.5 ml
Mucílago de tuna	175.5 ml

Fuente: Tabla realizada por los autores.

A partir de los diseños detallados en las tablas anteriores se realizarán los ensayos para muestras de cada grupo con el fin de comparar resultados e identificar el mejor diseño que iguale o supera a la muestra patrón.

Ensayo de variación dimensional:

Tabla 17. Resultados de la variación dimensional para diseño 1.

UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	LARGO (cm.)	ANCHO (cm.)	ALTO (cm.)
1	21.89	11.81	8.85
2	21.96	11.87	8.89
3	21.90	11.80	8.87
4	21.99	11.89	8.92
5	21.93	11.83	8.88
6	21.90	11.84	8.90
7	21.91	11.79	8.86
8	21.95	11.85	8.84
9	21.88	11.84	8.91
10	21.90	11.82	8.90
PROMEDIO	21.92	11.83	8.88

Fuente: Tabla realizada por los autores.

De acuerdo con estos resultados, la siguiente tabla resume la clase de la unidad:

Tabla 18. Resumen de la clase de la unidad para diseño 1.

Promedio	21.92	11.83	8.88
Dim. Nominal (cm)	23	12	9

Variación (%)	4.696%	9.000%	11.000%
Clase	IV	V	V

Fuente: Tabla realizada por los autores.

Por lo tanto, la unidad en este indicador es **tipo IV**

Tabla 19. Resultados de la variación dimensional para diseño 2.

UNIDAD DE ALBAÑILERIA	LARGO (cm.)	ANCHO (cm.)	ALTO (cm.)
1	21.98	11.86	8.89
2	21.98	11.89	8.92
3	21.96	11.87	8.91
4	21.89	11.90	8.90
5	21.99	11.88	8.93
6	21.95	11.86	8.89
7	21.97	11.79	8.87
8	21.94	11.89	8.91
9	21.96	11.91	8.90
10	21.95	11.90	8.91
PROMEDIO	21.96	11.88	8.90

Fuente: Tabla realizada por los autores.

De acuerdo con los resultados la siguiente tabla muestra un resumen para tipificar la unidad del diseño 2:

Tabla 20. Resumen de la clase de la unidad para diseño 1

Promedio	21.96	11.88	8.9
Dim. Nominal (cm)	23	12	9
Variación (%)	4.522%	1.000%	-1.111%
Clase	IV	V	V

Fuente: Tabla realizada por los autores.

Por lo tanto, la unidad en el diseño 2 es de **clase IV**.

Ensayo de alabeo.

Se tomaron las muestras de 10 unidades con la mezcla N°1 y 10 unidades con el diseño de unidad:

Tabla 21. Alabeo de unidades de la mezcla n°1.

ALABEO				
Ladrillo N°	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1	4	1	0	0
2	6	0	1	2
3	7	2	3	0
4	5	1	2	1
5	3	0	3	0
6	7	2	2	2
7	4	0	0	0
8	6	3	3	1
9	8	1	2	1
10	3	2	1	3
Promedio	5.3	1.2	1.7	1

Fuente: Tabla realizada por los autores.

Siguiendo los lineamientos de la norma E.070, las unidades se clasifican según su alabeo en un ladrillo tipo III, considerando el valor máximo de 5.3 mm, en donde se admite concavidad o convexidad máxima de 6 mm.

Tabla 22. Alabeo de unidades de la mezcla n°2.

ALABEO				
Ladrillo N°	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
1	7	2	3	0
2	9	4	4	3
3	5	2	2	1
4	8	3	3	0
5	6	1	2	2
6	5	2	4	0
7	9	5	4	3
8	4	1	2	0
9	5	2	3	1
10	8	3	5	2
Promedio	6.6	2.5	3.2	1.2

Fuente: Tabla realizada por los autores.

Siguiendo los lineamientos de la norma E.070, las unidades se clasifican según su alabeo en un ladrillo tipo II, en donde se admite concavidad o convexidad máxima de 8 mm.

Ensayo de absorción.

Tabla 23. Porcentaje de absorción de la mezcla n°1.

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN					
Ladrillo N°	Peso inicial (gr.)	Peso saturado (gr.)	Peso seco al horno (gr.)	Peso del agua (cm3)	% Absorción
1	3254.7	3785.3	3171.2	614.1	19.4
2	3281.5	3889.2	3239.1	650.1	20.1
3	3269.3	3831.7	3239.5	592.2	18.3
4	3240.1	3791.2	3185.4	605.8	19
5	3252.7	3856.1	3225.7	630.4	19.5
% promedio					19.3

Fuente: Tabla realizada por los autores.

Siguiendo los lineamientos de la norma E.070, las unidades se encuentran dentro del rango permitido, en donde se admite una absorción máxima de 22%, por consiguiente, es de tipo V.

Tabla 24. Porcentaje de absorción de la mezcla n°2.

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN					
Ladrillo N°	Peso inicial (gr.)	Peso saturado (gr.)	Peso seco al horno (gr.)	Peso del agua (cm3)	% Absorción
1	3254.7	3899.1	3205.6	693.5	21.6
2	3281.5	3889.2	3245.1	644.1	19.8
3	3269.3	3831.7	3141.3	690.4	22
4	3272.7	3873.3	3243.7	629.6	19.4
5	3272.9	3860	3201.9	658.1	20.6
% promedio					20.7

Fuente: Tabla realizada por los autores.

Siguiendo lo que delimita la norma E.070, las unidades se encuentran dentro del rango permitido, en donde se admite una absorción máxima de 22%, por consiguiente, es de tipo V.

Ensayo de resistencia.

En los datos obtenidos del ensayo de resistencia, existe una variación con respecto a las dosificaciones, lo cual se detalla a continuación:

Tabla 25. Resistencia a la compresión de la mezcla n°1.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL								
Ladrillo N°	Ancho (mm)	Longitud (mm)	Área del bloque (cm ²)	Lectura del dial (KN)	Carga total (KN)	Carga total (Kg)	RESISTENCIA	
							Kg/cm ²	
1	11.81	21.89	258.5	93.9	96.2	9808	37.94	
2	11.77	21.96	258.5	107.1	109.4	11154	43.15	
3	11.8	21.9	258.4	104.7	107	10909	42.21	
4	11.89	21.99	261.5	110.5	112.8	11501	43.99	
5	11.83	21.93	259.4	96.6	98.9	10083	38.87	
							41.23	Kg/cm ²
Desviación estándar							2.68	Kg/cm ²
Resistencia característica a compresión fb							38.6	Kg/cm ²

Fuente: Tabla realizada por los autores.

Siguiendo lo que indica la norma E.070, las unidades no se pueden clasificar según su resistencia a la compresión axial, debido a que no se admite una resistencia por debajo de 50 kg/cm², por consiguiente, no se está cumpliendo ya que la resistencia promedio es de 38.6 kg/cm².

Tabla 26. Resistencia a la compresión de la mezcla n°2.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL								
Ladrillo N°	Ancho (mm)	Longitud (mm)	Área del bloque (cm ²)	Lectura del dial (KN)	Carga total (KN)	Carga total (Kg)	RESISTENCIA	
							Kg/cm ²	
1	11.75	21.92	257.6	133.8	136.1	13877	53.88	
2	11.79	21.98	259.1	136.5	138.8	14152	54.61	
3	11.68	21.87	255.4	134.7	137	13969	54.68	
4	11.91	21.97	261.7	137.6	139.9	14264	54.61	
5	11.83	21.95	259.7	135.1	137.4	14009	53.95	
							54.33	Kg/cm ²
Desviación estándar							0.38	Kg/cm ²
Resistencia característica a compresión fb							53.9	Kg/cm ²

Fuente: Tabla realizada por los autores.

La resistencia a la compresión axial en una piedra de tipo I se mide de acuerdo con

el estándar E.070, y la resistencia media es de 53,9 kg/cm². Como resultado, la resistencia media está de acuerdo con el estándar, y la resistencia mínima es de 50 kg/cm².

- **OE4. EVALUAR LA VARIACIÓN DE LA UNIDAD PATRÓN EN CONTRASTE CON CADA DISEÑO DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PRENSADA CON ARCILLA SUSTITUIDA PARCIALMENTE POR PET PULVERIZADO, CEMENTO Y MUCILAGO DE TUNA.**

Tabla 27. Comparativo de clasificación unidades de albañilería.

Indicador	Patrón	Diseño 1	Diseño 2
Var. Dim.	IV	IV	IV
Alabeo	V	III	II
Absorción	V	V	V
Resistencia	IV	I	I

Fuente: Tabla realizada por los autores.

De acuerdo con estos resultados, la clase más desfavorable es el tipo I para cada uno de los diseños, los cuales no cumplen para representar una unidad de albañilería estructural.

- **RESULTADO: VALIDACIÓN DE RESULTADOS EN PROGRAMA SPSS.**

Para la validación de hipótesis del presente estudio, se procesó la información en el programa SPSS, obteniendo los siguientes resultados

1. Descriptivos.

Tabla 28. Estadísticos descriptivos 10 unidades de albañilería.

Estadísticos descriptivos						
UNIDAD_ALBAÑILERÍA_	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	
PATRÓN						
LARGO	10	23,90	24,06	23,9990	,05021	
ANCHO	10	14,10	14,24	14,1870	,04138	
ALTURA	10	7,90	8,22	8,0320	,11439	
ALABEO	10	,00	6,00	4,3000	1,82878	
N válido (por lista)	10					
DISEÑO 1						
LARGO	10	21,88	21,99	21,9210	,03542	
ANCHO	10	11,79	11,89	11,8340	,03098	
ALTURA	10	8,84	8,95	8,8850	,03240	

	ALABEO	10	3,00	8,00	5,3000	1,76698
	N válido (por lista)	10				
DISEÑO 2	LARGO	10	21,89	21,99	21,9390	,03635
	ANCHO	10	11,79	11,91	11,8750	,03440
	ALTURA	10	8,87	8,93	8,9030	,01703
	ALABEO	10	4,00	9,00	6,6000	1,83787
	N válido (por lista)	10				

Fuente: Tabla realizada por los autores – PROGRAMA SPSS

Tabla 29. Estadísticos descriptivos 10 unidades de albañilería.

Estadísticos descriptivos ^a						
UNIDAD_ALBAÑILERÍA_		N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
PATRÓN	ABSORCIÓN	5	15,02	16,56	15,6460	,56602
	RESISTENCIA_COMPRESIÓN	5	129,10	141,05	135,7180	4,64766
	N válido (por lista)	5				
DISEÑO 1	ABSORCIÓN	5	18,30	20,10	19,2600	,66558
	RESISTENCIA_COMPRESIÓN	5	53,88	54,68	54,3260	,38083
	N válido (por lista)	5				
DISEÑO 2	ABSORCIÓN	5	19,40	22,00	20,6800	1,11893
	RESISTENCIA_COMPRESIÓN	5	37,94	43,99	41,2320	2,67666
	N válido (por lista)	5				

a. No se han calculado estadísticas para uno o más archivos segmentados porque no hay casos válidos.

Fuente: Tabla realizada por los autores – PROGRAMA SPSS

2. Normalidad.

Tabla 30. Prueba de normalidad.

UNIDAD_ALBAÑILERÍA_1		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
LARGO	PATRÓN	,933	10	,481
	DISEÑO 1	,902	10	,233
	DISEÑO 2	,860	10	,077
ANCHO	PATRÓN	,917	10	,335

	DISEÑO 1	,976	10	,940
	DISEÑO 2	,820	10	,025
ALTURA	PATRÓN	,889	10	,166
	DISEÑO 1	,965	10	,843
	DISEÑO 2	,966	10	,850
ALABEO	PATRÓN	,784	10	,009
	DISEÑO 1	,930	10	,452
	DISEÑO 2	,902	10	,229

Fuente: Tabla realizada por los autores – PROGRAMA SPSS

3. Contrastación.

Tabla 31. Evaluación significativa de las medias de la dimensión largo.

ANOVA					
LARGO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	28,540	2	14,270	8399,615	,000
Dentro de grupos	,046	27	,002		
Total	28,586	29			

Fuente: Tabla realizada por los autores – PROGRAMA SPSS

INTERPRETACIÓN.

Como $p = 0.000 < 0.05$, se rechaza la H_0 , es decir los promedios de los diferentes factores son diferentes respecto a la **dimensión** Largo.

Tabla 32. Comparaciones múltiples.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: LARGO						
HSD Tukey						
(I)UNIDAD_ALBALI ÑERIA_1	(J)UNIDAD_ALB ALIÑERIA_1	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
PATRÓN	DISEÑO 1	2,07800*	,0184 3	,000	2,0323	2,1237
	DISEÑO 2	2,06000*	,0184 3	,000	2,0143	2,1057
DISEÑO 1	PATRÓN	-2,07800*	,0184 3	,000	-2,1237	-2,0323
	DISEÑO 2	-,01800	,0184 3	,598	-,0637	,0277
DISEÑO 2	PATRÓN	-2,06000*	,0184 3	,000	-2,1057	-2,0143
	DISEÑO 1	,01800	,0184 3	,598	-,0277	,0637

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Tabla realizada por los autores – PROGRAMA SPSS

Tabla 33. *Evaluación significativa de las medias de las dimensiones ancho, altura y alabeo.*

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
ANCHO	Entre grupos	36,279	2	18,139	14114,223	,000
	Dentro de grupos	,035	27	,001		
	Total	36,313	29			
ALTURA	Entre grupos	4,955	2	2,478	515,297	,000
	Dentro de grupos	,130	27	,005		
	Total	5,085	29			
ALABEO	Entre grupos	26,600	2	13,300	4,053	,029
	Dentro de grupos	88,600	27	3,281		
	Total	115,200	29			

Fuente: Tabla realizada por los autores – PROGRAMA SPSS

Tabla 34. Comparaciones múltiples de las dimensiones ancho, altura y alabeo.

HSD Tukey							
Variable dependiente	(I) UNIDAD_ALBALIÑERIA_1	(J) UNIDAD_ALBALIÑERIA_1	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
ANCHO	PATRÓN	DISEÑO 1	2,35300*	,01603	,000	2,3132	2,3928
		DISEÑO 2	2,31200*	,01603	,000	2,2722	2,3518
	DISEÑO 1	PATRÓN	-2,35300*	,01603	,000	-2,3928	-2,3132
		DISEÑO 2	-,04100*	,01603	,042	-,0808	-,0012
	DISEÑO 2	PATRÓN	-2,31200*	,01603	,000	-2,3518	-2,2722
		DISEÑO 1	,04100*	,01603	,042	,0012	,0808
ALTURA	PATRÓN	DISEÑO 1	-,85300*	,03101	,000	-,9299	-,7761
		DISEÑO 2	-,87100*	,03101	,000	-,9479	-,7941
	DISEÑO 1	PATRÓN	,85300*	,03101	,000	,7761	,9299
		DISEÑO 2	-,01800	,03101	,832	-,0949	,0589
	DISEÑO 2	PATRÓN	,87100*	,03101	,000	,7941	,9479
		DISEÑO 1	,01800	,03101	,832	-,0589	,0949
ALABEO	PATRÓN	DISEÑO 1	-1,00000	,81012	,444	-3,0086	1,0086
		DISEÑO 2	-2,30000*	,81012	,022	-4,3086	-,2914
	DISEÑO 1	PATRÓN	1,00000	,81012	,444	-1,0086	3,0086
		DISEÑO 2	-1,30000	,81012	,261	-3,3086	,7086
	DISEÑO 2	PATRÓN	2,30000*	,81012	,022	,2914	4,3086
		DISEÑO 1	1,30000	,81012	,261	-,7086	3,3086

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Tabla realizada por los autores – PROGRAMA SPSS

Tabla 35. Evaluación significativa de las medias de los indicadores de absorción y de resistencia a la compresión.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
ABSORCIÓN	Entre grupos	67,364	2	33,682	50,138	,000
	Dentro de grupos	8,062	12	,672		
	Total	75,426	14			
RESISTENCIA_COMPRESIÓN	Entre grupos	26206,191	2	13103,096	1359,700	,000
	Dentro de grupos	115,641	12	9,637		
	Total	26321,832	14			

Fuente: Tabla realizada por los autores – PROGRAMA SPSS

Tabla 36. Comparaciones múltiples de los indicadores de absorción y resistencia a la compresión.

Comparaciones múltiples							
HSD Tukey							
Variable dependiente	(I) UNIDAD_ALBALIÑERIA_2	(J) UNIDAD_ALBALIÑERIA_2	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
ABSORCIÓN	PATRÓN	DISEÑO 1	-3,61400*	,51838	,000	-4,9970	-2,2310
		DISEÑO 2	-5,03400*	,51838	,000	-6,4170	-3,6510
	DISEÑO 1	PATRÓN	3,61400*	,51838	,000	2,2310	4,9970
		DISEÑO 2	-1,42000*	,51838	,044	-2,8030	-,0370
	DISEÑO 2	PATRÓN	5,03400*	,51838	,000	3,6510	6,4170
		DISEÑO 1	1,42000*	,51838	,044	,0370	2,8030
RESISTENCIA_COMPRESIÓN	PATRÓN	DISEÑO 1	81,39200*	1,96334	,000	76,1541	86,6299
		DISEÑO 2	94,48600*	1,96334	,000	89,2481	99,7239
	DISEÑO 1	PATRÓN	-81,39200*	1,96334	,000	-86,6299	-76,1541
		DISEÑO 2	13,09400*	1,96334	,000	7,8561	18,3319

	PATRÓN	-94,48600*	1,96334	,000	-99,7239	-89,2481
DISEÑO 2	DISEÑO 1	-13,09400*	1,96334	,000	-18,3319	-7,8561

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Tabla realizada por los autores – PROGRAMA SPSS

V. DISCUSIÓN

Con respecto al primer objetivo específico. Calcular la resistencia a la compresión de la unidad de albañilería prensada a base de arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna.

Flores y Ramires (2020) determinaron si la adición de mucilago de tuna a los ladrillos de hormigón-cemento puede mejorar tanto las propiedades físicas como mecánicas de los ladrillos en investigación. Según el estándar E.080, las unidades de cemento-suelo que contienen mucilago de tuna superan los requisitos mínimos de resistencia a la compresión para las unidades, los prismas y las paredes por un margen significativo, lo que sugiere el uso de mucilago de tuna en una concentración del 4,5% en las unidades de cemento de suelo para mejorar las propiedades mecánicas.

Estoy de acuerdo con Flores y Ramirez, porque es verdad que la unidad del suelo cemento aumenta su resistencia con la adición del mucilago, el cual satisface los requisitos que se necesitan para mejorar la resistencia y la compresión los cuales son los más importantes. Y también que se debe utilizar un 4.5% de mucilago para mejorar las propiedades mecánicas del concreto.

Con respecto al segundo objetivo específico. Determinar la absorción de la unidad de albañilería prensada a base de arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna.

En este caso, Angumba (2016) se propuso evaluar el comportamiento térmico-energético de las viviendas construidas con mampostería de ladrillos PET no portantes con respecto al comportamiento térmico-energético de una vivienda construida con mampostería de ladrillos convencional. Los resultados de esta investigación demostraron que la presencia del polímero en varios porcentajes permitió conocer mejor los impactos que este material tiene en la resistencia última del elemento, lo que fue compatible con los resultados hipotéticos obtenidos en un estudio anterior. Tras la conclusión del estudio, se convertirá en una opción viable

para el reciclaje del PET, lo que mejorará el medio ambiente al permitir la producción de materiales de construcción más ecológicos. Como el PET es un producto químico inerte, cuando se utiliza en el hormigón, así como en el interior y el exterior de las estructuras de los edificios, por ejemplo, no libera ninguna emisión peligrosa al medio ambiente.

Angumba, en su tesis demuestra que la mezcla del PET, con arcilla es una alternativa factible puesto que, esta es amigable con el medio ambiente, puesto que al ser un material no tóxico, no produce ningún tipo de daños, en consecuencia, esto de acuerdo con la investigación de Angumba, puesto que la sustitución de arcilla por material PET pulverizado no produce sustancias tóxicas, y es una sustancia que es amigable con el medio ambiente.

Con respecto al tercer objetivo específico. Estimar el alabeo de la unidad de albañilería prensada a base de arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna.

Según Díaz (2019) tuvo el objetivo de examinar las cualidades físicas y mecánicas del ladrillo macizo artesanal, producido en cuatro zonas de la Región Lambayeque en el año 2018. La revisión de los resultados de la investigación es posible gracias a la aplicación de técnicas de investigación científica en la recopilación de conocimientos relevantes sobre el tema de estudio, así como el posterior desarrollo sobre una base sólida. Se descubrió que los bloques utilizados en los distritos de Íllimo, Lambayeque, Ferreñafe y Monsefú cumplen o superan las especificaciones de resistencia especificadas en la norma E070 del reglamento nacional de construcción. Se consideró que no eran adecuados para su uso estructural debido a su escasa resistencia y estabilidad volumétrica, que se descubrió que se debía a su baja densidad.

Para Díaz que realizó una investigación en 4 ladrilleras de la región Lambayeque, nos indica que en 4 de las ladrilleras no cumplieron con los estándares establecidas por la norma E 0-70, ya que estas no cumplen con los requisitos necesarios especificados para ser utilizados. Y estoy totalmente de

acuerdo con este investigador, ya que hoy en día los ladrillos tienen baja resistencia, y ante cualquier fenómeno natural son afectadas, las cuales son un gasto extra. Es por ello que se realiza esta investigación con la finalidad de mejorar la calidad del ladrillo y no presente alabeo para que cumpla con los estándares establecidos por la norma.

En cuanto al cuarto objetivo especificado, el objetivo de este estudio era determinar las cantidades adecuadas de áridos para una unidad de mampostería prensada hecha de arcilla que había sido parcialmente sustituida por PET en polvo, cemento y mucílago de higo chumbo.

Según Ramirez (2008) determinó que el mucílago de nopal en las mezclas de 0,45 y 0,6 (m/c), cuando se mezcló en una proporción de 0,3, mejoró la resistencia y el módulo de elasticidad de las muestras en comparación con los controles. Se pudo conseguir un aumento del 23,6% de la resistencia utilizando la unidad hueca de control f'b con un 0% de mucílago, que midió 12,08 Mpa, y la unidad hueca de control f'b con un 4,5% de mucílago midió 15,01 Mpa, consiguiendo un aumento del 24,2% de la resistencia utilizando la unidad hueca de control.

Los investigadores realizaron su investigación sobre el mucílago de nopal en mezclas de 0,45 y 0,6 (m/c), lo que dio lugar a una disminución de la resistencia a la compresión axial y del módulo de elasticidad. Pero en mi investigación se realizaron dos diseños de mezcla:

- Diseño de mezcla N°1 con 35% arena, 15% PET pulverizado, 20% cemento y 50% de mucilago de tuna.
- Diseño de mezcla N°2 con 55% arena, 20% PET pulverizado, 20% cemento y 25% de mucilago de tuna.

Los cuales cumplen con las proporciones adecuadas de agregados, mejorando la resistencia y compresión

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que el diseño de una unidad de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucílago de tuna en la presente investigación no cumple con lo normativo para ser usado en albañilería estructural de muros portantes.
2. De acuerdo con los resultados de los ensayos sobre las componentes que intervienen en el diseño de la mezcla de la unidad, el suelo usado en esta investigación cumple con la granulometría establecida y además, se concluye que la combinación de suelo-cemento en combinación con PET pulverizado como sustituto de la arena, también cumple con los límites en la curva granulométrica. Según la metodología de clasificación AASHTO, el suelo es de tipo A-3: Arena fina.
3. Se concluye que la muestra patrón con el uso de suelo – cemento, siendo el suelo usado de tipo arena fina y considerando un 20% de cemento, después de haber realizado los ensayos representativos en base a la información de unidades sólidas que cumplen con la clasificación de tipo IV, según la tabla I en la norma E070 (Requisitos estructurales).
4. Se concluye que después de un análisis comparativo entre los resultados de los ensayos de la muestra patrón con los de las unidades del diseño 01 (85% suelo, 15% de PET pulverizado, 50% de mucílago de tuna) y diseño 02 (80% suelo, 20% PET pulverizado, 25% de mucílago), se considera la clasificación más desfavorable, por lo tanto, de acuerdo con los resultados de resistencia a la compresión, la clasificación de la unidad es tipo I en ambos diseños.
5. Se concluye que con los diseños propuestos no se logra una unidad de albañilería de tipo estructural, considerando como desventaja la resistencia a la compresión $f'b$.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda, investigar las propiedades físicas y mecánica de la unidad de albañilería con porcentaje de sustitución de PET pulverizado menor al 15 % en combinación con mucílago con porcentajes menores a 25%.
2. Se recomienda, plantear la combinación de una unidad de albañilería con mezcla de suelo cemento con la inclusión de material arcilla y 20% de cemento tipo I.
3. Se recomienda, considerar el vibrado de la fabricación de las unidades con el uso de equipo vibrador para mejorar la distribución de las componentes de la mezcla y el mucílago de tuna actúe como un incorporador de aire que redistribuye mejor las burbujas de aire en la mezcla.
4. Se recomienda ensayar la combinación de unidades de albañilería con mezcla de suelo – cemento y la inclusión del jugo del mucílago de tuna en porcentajes menores al 5%.

REFERENCIAS

AFNOR - Association française de Normalisation. Technical Standard XP P13-901. Francia. New verification will occur on: 2021/10/12.

AMBIENTUM. Reciclado de envases PET. [en línea]. 21 octubre, 2019. [Fecha de consulta: 3 de setiembre de 2021]. Disponible: <https://www.ambientum.com/ambientum/residuos/reciclaje-de-pet.asp>

ANGULO García, Juan Miguel. Comparación de las Características Económico-Social y Ambiental de la Unidad de Albañilería Sostenible y el Ladrillo de Arcilla Tradicional. Tesis (Magíster en arquitectura). Trujillo: Repositorio Universidad Cesar Vallejo, 2021. Disponible: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/55640/Angulo_GJM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANGUMBA Aguilar, Pedro Javier. Ladrillos elaborados con plástico reciclado (PET), para mampostería no portante. 2016. Tesis para obtener el grado de magister en construcciones. Maestría en construcciones. Universidad de cuenca.

AUVINET Guichard, Gabriel; RODRÍGUEZ Rebolledo, Juan Félix y JUÁREZ Camarena, Moisés. Manual de Diseño de Obras Civiles Cap. B. 2. 5 cimentaciones en suelos: Sección B: Geotecnia Tema 2: Mecánica de suelos. México: Instituto de ingeniería UNAM - Dirección corporativa de ingenieros y proyectos de infraestructura. 2017. ISBN 9788493047733

BENINTENDE, Silvia Mercedes. Indicadores biológicos: selección, determinación de niveles de referencia y utilización en la construcción de índices. s.l.: Revista Ciencia del suelo [en línea], 2017. vol. 35, no 1, p. 35-46. [Fecha de consulta: 03 de octubre de 2021]. Disponible: <http://www.suelos.org.ar/publicaciones/volumen3512017/3546%20p%c3%a1gs%20CS%20429%20Benintende%20imprensa%20arregla>

do%20agost%2017.pdf

CATAMARCAACTUAL. 2020. Programa para la elaboración del adobe [en línea], 22 de julio de 2020. [Fecha de consulta: 01 de octubre de 2021].

Disponible: <https://www.catamarcaactual.com.ar/informacion-general/2020/7/22/programa-para-la-elaboracion-del-adobe-203186.html>

CEN/TC Comité Técnico UNE. Métodos de ensayo de piezas para fábrica de albañilería. Parte 11. UNE-EN 772-11:2001/A1:2016. ICS: 91.100.15-10 / Productos y materiales de piedra natural 91.100.15-20 / Productos y materiales de arcilla cocida 91.100.30-20 / Productos de hormigón
CTN: CTN 41/SC 1 - edificación. Temas generales

CENTRALWEB. Chan Chan, la Ciudad de Barro más grande del Perú [en línea]. s.l., Perú : Diario Electrónico Central web, 4 de octubre de 2021. [Fecha de consulta: 03 de octubre de 2021].

Disponible: <https://www.centralweb.cl/chan-chan-la-ciudad-de-barro-mas-grande-del-peru/>

CESAR Bernal. Metodología de la investigación. 3° ed. Bogotá. Pearson Educación. 2010.

ISBN. 9789586991285.

CHAVEZ Hurtado, Jose Rosas. Influencia del Mucilago de Tuna en las características físico - mecánicas del Ladrillo Ecológico con Residuos Pétreos en Trujillo. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Trujillo: Repositorio Universidad Cesar Vallejo, 2020.

CHICCHÓN Saldaña, José Miguel y Rivasplata Samamé, Luis Fernando. Características físicas y mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla King Kong del distrito de Monsefú, provincia de Chiclayo, región de Lambayeque. 2020. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil. Facultad de Ingeniería. Escuela profesional de ingeniería civil. Universidad de Ricardo Palma.

CUEVA Soto, V. A. Desarrollo de un manual de identificación de patologías

estructurales para la reparación de viviendas sociales de albañilería en Lima Metropolitana. Tesis (Título en ingeniería civil). Lima: Repositorio Pontificia Universidad Católica del Perú, 2021.

DÍAZ Díaz, José Jefferson. Evaluación De Propiedades Físicas Mecánicas Del Ladrillo Artesanal Solido, Fabricados En Cuatro Distritos De La Región Lambayeque, 2018. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Trujillo: Facultad de Ingeniería. Escuela académico profesional de ingeniería civil. Universidad César Vallejo. Disponible: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66660>

ECHEVERRÍA Garro, Evelyn Rosario. Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado. 2017. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Cajamarca: Facultad de Ingeniería. Escuela académico profesional de ingeniería civil. Universidad Nacional de Cajamarca. Disponible: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27801>

FLORES Flores, Juan Pablo y Ochoa Terán, Ronald Joseph. Evaluación comparativa de un prototipo de ladrillo macizo de cemento sustituyendo el agregado fino por PET respecto a un ladrillo artesanal, cusco-2018. Tesis (título de ingeniero civil). Cusco: Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela profesional de ingeniería civil. Universidad Andina del Cusco.

FLORES Mogrovejo, Renzo Jesús y Ramírez Tavera, Sergio Carlos. Mejoramiento de unidades de albañilería hechas a base de suelo – cemento con adición de mucílago de tuna. 2020. Tesis (título de ingeniero civil). Arequipa: Facultad de ingeniería civil. Escuela profesional de ingeniería civil. Universidad Nacional de San Agustín.

FLORES Mogrovejo, Renzo y RAMÍREZ Tavera, Sergio. Mejoramiento de unidades de albañilería hechas a base de suelo – cemento con adición de mucílago de tuna. Tesis. (Título en ingeniería civil). Arequipa: Repositorio universidad Nacional de San Agustín, 2020. Disponible: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/11352/ICflmorj%26ratasc.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GAITÁN Sánchez, L. E. Evaluación de la norma e. 070 albañilería para el adecuado análisis y diseño estructural de un edificio multifamiliar en la ciudad de Huacho, 2019. (Título en ingeniería civil). s.l.: Repositorio Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, 2020. Disponible: <http://200.48.129.167/handle/UNJFSC/4639>

Green global polymers. Plástico triturado de Tereftalato de polietileno (PET). [en línea]. FIREKAIZER Oliva. Unidades de Albañilería. 2012.

GUTIÉRREZ, Oliva. Lapidum natura restat. Canteras antiguas de la Península ibérica en su contexto (cronología, técnicas y organización de la explotación). Institut Català d'Arqueologia Clàssica/Casa de Velázquez, Tarragona/Madrid, Serie Documenta. 2018. ISBN: 9788494629839/ 978849096170-4

HERNÁNDEZ Roberto, FERNÁNDEZ Carlos y BAPTISTA Pilar. Metodología de la investigación. 5° ed. México: Mcgraw-hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.2010 ISBN: 9786071502919.

HORNA Hernández, María Verónica. Influencia del tipo de curado en la resistencia a la compresión axial de la albañilería. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Cajamarca: Repositorio Universidad Privada del Norte, 2020. Disponible: [Horna%20Hern%20E1ndez%20Mar%20EDa%20Ver%20F3nica.pdf](#) (upn.edu.pe)

INDECOPI – Comisión de reglamentos técnicos y comerciales. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. 2ª Edición, Norma Técnica Peruana NTP 399.613:2017. Fecha de Publicación 03/01/2018. Aprobado por R.D. N° 057-2017-INACAL/DN (2017-01-03).

MANUEL Borja. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo. 2012.

MEGO Barboza, Abelino. Evaluación de las propiedades físico– mecánicas de los ladrillos King – Kong producidos en el sector de fila alta Jaén. 2013. Tesis (título de ingeniero civil). Cajamarca: Facultad de ingeniería. Escuela académico profesional de ingeniería civil – sede Jaén. Universidad nacional de Cajamarca.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú): Norma E0.70 de Albañilería. RNE. 2006.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú): Norma E0.30 de Diseño sísmorresistente. RNE. 2018.

MVCS - Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento —. 2006. Norma Técnica E.070 - Albañilería. Resolución Ministerial N° 011-2006. Lima. 2006.

MVCS - Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento. Manual de Construcción. Edificaciones antisísmicas de Adobe. s.l.: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016.

MVCS - Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento. Norma Técnica Peruana NTP 399.605:2018. Tercera edición. Lima: 28/12/2018 - D.S. 011-2006 - VIVIENDA. Título: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería. 3a Edición

ICS: 19.060 Ensayos mecánicos y equipos de ensayo / 91.080.30
Mampostería

MVCS - Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento. Norma Técnica Peruana NTP 399.621:2018. Tercera edición. Lima: 28/12/2018 - D.S. 011-2006 - VIVIENDA Título: dimensiones de los muretes hechos a base de ladrillos ecológicos de arcilla/plástico.

NIÑO Victor. Metodología de la investigación. 1° ed. Bogotá. Ediciones de la U. 2011.

ISBN. 9789588675947.

PAIDA, William. 2020. Generalidades Y Antecedentes Históricos De La Construcción En Tierra. s.l., 2020. [Fecha de consulta: 03 de octubre de 2021].

Disponible: <https://es.scribd.com/document/331883220/Generalidades-Y-Antecedentes-Historicos-de-la-Construccion-en-Tierra>

RAMÍREZ Arellantes, Samuel. Propiedades mecánicas y microestructura de concreto conteniendo mucílago de nopal como aditivo natural. 2008. Tesis (Maestría en ciencia en conservación y aprovechamiento de recursos naturales). México: Instituto Politécnico Nacional. Especialidad de ingeniería de procesos.

RODRÍGUEZ Bolaños, Juan. Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna. 2016. Tesis (título de ingeniero civil). s.l.: Facultad de Ingeniería. Carrera de ingeniería civil. Universidad Privada del Norte.

RUIZ Tacanga, Rosse Meryl y VIGO Narro, Kevin Josue. Adición de mucilago de nopal en la resistencia a la compresión y absorción en ladrillos de concreto, Trujillo, La Libertad, 2020. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Trujillo: Repositorio Universidad Cesar Vallejo, 2020. Disponible: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58831>

SAN BARTOLOMÉ, Ángel; QUIJUN, Daniel y SILVA, Wilson. Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería. Fondo Editorial de la PUCP, 2020. 2da Edición. Fondo editorial, Pontificia Universidad Católica del Perú. ISBN 9972429563 / 9789972429569

UNAL - Universidad Nacional de Colombia. Geotecnia para el trópico andino. s.l.: Biblioteca Universidad Nacional de Colombia, 2017.

ZEA Osorio, Norma Lissette. Caracterización de las arcillas para la fabricación de ladrillos artesanales. 2005. Tesis (título de ingeniero civil). Guatemala: Facultad de ingeniería. Escuela de ingeniería civil. Universidad de San Carlos

de Guatemala.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización

TITULO: “Diseño de una unidad de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por PET triturado, cemento y mucilago de tuna, Chiclayo – 2021”.

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
V.I Arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna	Según Ambientum (2000) Dice que “el PET es una sustancia sintética de estructura macromolecular por su gran cantidad de moléculas de hidrocarburos, alcoholes y otros compuestos orgánicos”.	El PET es un material artificial, creado por la mano hombre que a través de la industrialización se obtiene la materia prima para darle vida a este material.	Viscosidad	- Resistencia - Alabeo - Absorción - Adecuada proporción de agregados	Razón
			Elasticidad		
			Gelificante		
			Espesante		
			Retención de agua		
V.D Unidad de albañilería prensada	Según Oliva (2012) “señala que se conoce como unidades de albañilería prensada al ladrillo de arcilla, bloque o ladrillo silico calcáreo y bloque de concreto”.	Las unidades de albañilería prensada pueden estar hechas de diferentes materiales y características. Suelen estar constituidas por arcilla.	Arcilla	- El secado - Moldeado	Razón

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Matriz de consistencia

TÍTULO: “Diseño de una unidad de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por PET triturado, cemento y mucilago de tuna, Chiclayo – 2021”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	DESARROLLO DE VARIABLES
¿Se puede lograr una óptima resistencia de una unidad de albañilería diseñada con arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna Chiclayo - 2021?	Diseñar una unidad de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna Chiclayo – 2021.	La unidad de albañilería elaborada con PET y mucilago de tuna mejorará su resistencia frente a las unidades de albañilería convencionales.	Variable Dependiente <ul style="list-style-type: none"> Arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICOS	
¿De qué manera la unidad de albañilería prensada contribuye a lograr una óptima descripción en sus propiedades cuando es sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna Chiclayo?	Describir las propiedades del PET pulverizado y del mucilago de tuna respecto a su intervención en el diseño de unidades de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna, Chiclayo.	La resistencia, variación dimensional, absorción y alabeo de la unidad de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna se realizará mediante ensayos hechos en laboratorios.	
¿De qué manera la unidad de albañilería prensada podrá ser comprada con la unidad patrón, en sus propiedades, según la norma E070, utilizando arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna, Chiclayo?	Caracterizar las propiedades de la unidad de albañilería patrón según la norma E-070 en contraste con el diseño de unidades de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna, Chiclayo.	Para caracterizar las propiedades de los diseños realizados se tendrá en cuenta los parámetros a seguir de la norma E070 (RNE)	
¿De qué manera realizamos el análisis	Analizar los resultados de las	Los diseños de la unidad de	

<p>de los resultados de las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna Chiclayo - 2021?</p>	<p>propiedades físicas (alabeo, variación dimensional y absorción) y mecánicas (resistencia a la compresión f'_{cb}) de la unidad diseñada de albañilería prensada con: a) 35% arena, 15% de PET y 50% de mucilago de tuna; b) 55% arena, 20% de PET y 25% de mucilago de tuna, Chiclayo.</p>	<p>albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna luego de haber sido caracterizada en sus propiedades según los ensayos de laboratorio estipulados en la E070, serán comparadas entre sí con la finalidad de que el diseño más óptimo, sea comparado con la unidad patrón</p>	<p>Variable Independiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unidad de albañilería prensada.
<p>¿De qué manera la unidad de albañilería prensada varía en sus características tanto físicas como mecánicas (norma E070-RNE) ante una unidad patrón?</p>	<p>Evaluar la variación de la unidad patrón en contraste con cada diseño de unidad de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna, Chiclayo.</p>	<p>Identificar las características de la unidad de albañilería prensada y determinar la variación de sus propiedades ante una unidad patrón.</p>	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3: Validación de juicio de expertos

Nombre del instrumento	Proporción de la mezcla
Objetivo del instrumento	Determinar la relación de proporción de la mezcla en el diseño de una unidad de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por PET pulverizado, cemento y mucilago de tuna, Chiclayo-2021.
Nombres y apellidos del experto	Jesús Manuel Meza López
Documento de identidad	47048043
Años de experiencia en el área	3 años en investigación de BTC
Máximo Grado Académico	Ingeniero Civil
Nacionalidad	Peruano
Institución	Ecosem HuayHuay – Volcan Cia Minera
Cargo	Ingeniero de calidad
Número telefónico	956 142 582
Firma	



Jesús Manuel Meza López
INGENIERO CIVIL
CIP N° 214941

01 /11 / 2021

Anexo 4. Recolección de datos

Obtención de los materiales.

Se inició consiguiendo las pencas de tuna, después se empezó a reciclar botellas plásticas las cuales fueron lavadas y secadas para posteriormente ser llevadas a la maquina pulverizadora y obtener el material fina (PET pulverizado), luego se visitó canteras para obtener el suelo y finalmente se compró el cemento.

Mucílago de tuna.

Extracción de mucílago de tuna:

1. Se procede a lavar las pencas de tuna
2. Seguidamente se pica las pencas en cuadrados de 1.5m².
3. Finalmente se macera en agua por un periodo de tres días.
4. Después se procede a colar o cernir la mezcla para poder obtener el mucílago de tuna (liquido).



Figura N° 1: Elección de las pencas de tuna.

Fuente: Fotos tomadas por los autores.



Figura N° 2: Medición de la penca de tuna.



Figura N° 3: Medición de la penca de tuna.



Figura N° 4: Cortado manual de la penca de tuna.



Figura N° 5: Pencas de tuna cortadas en cuadrados.



Figura N° 6: Macerado en agua de las pencas de tuna.



Figura N° 7: Mucílago de tuna.

Anexo 5. Recolección de botellas para obtener PET pulverizado.

1. Se procede a reciclar botellas plásticas.
2. Seguidamente se lavaron las botellas plásticas.
3. Posteriormente se secaron las botellas plásticas.
4. Finalmente fueron llevadas a la maquina pulverizadora y obtener el material fino.



Figura N° 8: Quitado de tapas y etiquetas de las botellas plásticas.



Figura N° 9: Lavado de botellas plásticas.



Figura N° 10: Acopio de botellas plásticas.



Figura N° 11: Botellas plásticas chancadas.

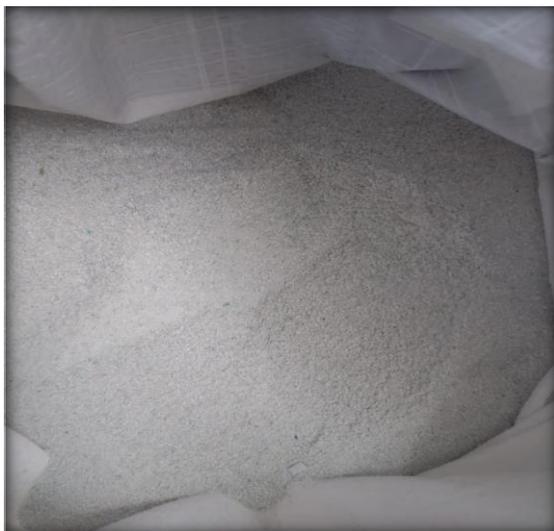


Figura N° 12: PET pulverizado.

Anexo 6. Visita a canteras.

El material suelo se obtuvo de la cantera de JLO, se debió hacer inspección visual para elegir el material idóneo ya que de acuerdo a las recomendaciones dadas nos indicaron que debía ser de una contextura muy similar al PET pulverizado:



Figura N° 13: Visita a cantera.

Anexo 7. Ensayos de ingeniería

Ensayo de granulometría del suelo, PET pulverizado y mezcla final.

1. Se realizó el cuarteo correspondiente del suelo para obtener la cantidad simbólica, luego se pesó el material en su estado seco
2. Seguidamente es suelo es lavado y colocado en una bandeja para proceder a llevarlo al horno por un lapso de 24 horas.
3. Después las 24 horas, se procede a retirar la muestra del horno, se enfría y se pesa para posteriormente dar inicio al tamizado.
4. Finalmente, después de tamizarlo se procede a retirar las mallas siendo muy cuidadosos y posteriormente se da inicio a pesar el material retenido a cada malla.

Anexo 8. Estudio de suelos



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

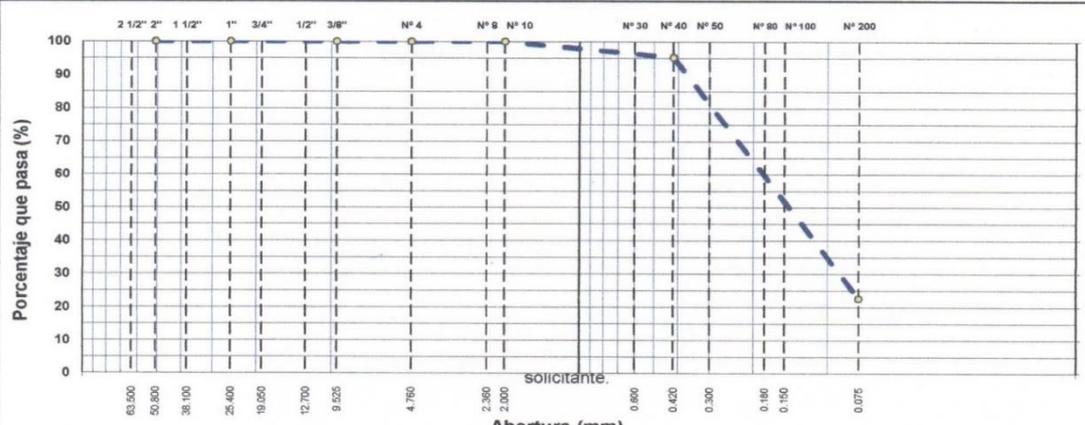
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : Diseño de una unidad de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por pet pulverizado, cemento mucilago de tuna, Chiclayo - 2021.						TÉCNICO : E.F.P. ING. RESP. : J.A.L.V. FECHA : Octubre - 2021	
UBICACIÓN : José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Lambayeque							
CANTERA :							
MUESTRA : Arena fina							
TESISTA : Hernández Montenegro Jefferson B. y Vences Eloorreaga Brallan J.							

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
3"	76.200					Peso total	=	605.7		
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	468.1	gr	
2"	50.800					Peso fino	=	605.4	gr	
1 1/2"	38.100					Limite liquido	=		%	
1"	25.400					Limite plastico	=		%	
3/4"	19.050					Indice plastico	=		%	
1/2"	12.700					Clasif. AASHTO	=			
3/8"	9.525					Clasif. SUCCS	=			
1/4"	6.350					Max Dens. Seca	=		(gr/cm3)	
# 4	4.760					Opt. Cnt. Hum.	=		%	
# 8	2.360					CBR 0.1" (100%)	=		%	
# 10	2.000				100.0	CBR 0.1" (95%)	=		%	
# 30	0.600	25.1	4.1	4.2	95.9	Ensayo Malla #200	P.S.Seco.	P.S.Lavado	% 200	
# 40	0.420	3.5	0.6	4.7	95.3					
# 50	0.300	24.2	4.0	8.7	91.3	% Grava	=		%	
# 80	0.180	195.0	32.2	40.9	59.1	% Arena	=		%	
# 100	0.150	132.5	21.9	62.8	37.2	% Fino	=		%	
# 200	0.075	87.6	14.5	77.3	22.7	% Humedad	P.S.H.	P.S.S	%	
< # 200	FONDO	137.5	22.7	100.0	0.0					
FINO		605.4				Coef. Uniformidad			Indice de Consistencia	
TOTAL		605.7				Coef. Curvatura				
						Pot. de Expansión				

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.



INGEONORT S.A.C.
E. Flores Pérez
LABORATORISTA



INGEONORT S.A.C.
José A. Lucero Valera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76344



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : Diseño de una unidad de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por pet pulverizado, cemento muclago de tuna, Chiclayo - 2021.

UBICACIÓN : José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Lambayeque

CANTERA :

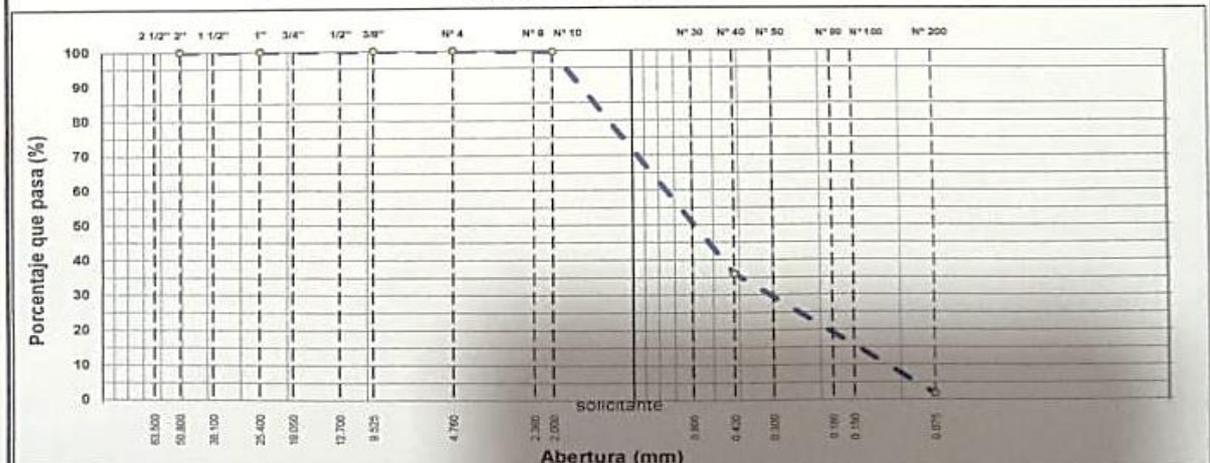
MUESTRA : Pet pulverizado

TESISTA : Hernández Montenegro Jefferson B. y Vences Eloorreaga Brallan J.

TÉCNICO : E.F.P.
ING. RESP. : J.A.L.V.
FECHA : Octubre - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Peso Ret.	%Ret. Parc.	%Ret. Ac.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
3"	76.200					Peso total	=	200.8		
2 1/2"	63.500					Peso lavado	=	197.4	gr	
2"	50.800					Peso fino	=	200.8	gr	
1 1/2"	38.100					Limite liquido	=		%	
1"	25.400					Limite plastico	=		%	
3/4"	19.050					Indice plastico	=		%	
1/2"	12.700					Clasif. AASHTO	=			
3/8"	9.525					Clasif. SUCCS	=			
1/4"	6.350					Max. Dens. Seca	=		(gr/cm ³)	
# 4	4.760				100.0	Opt. Cnt. Hum.	=		%	
# 8	2.360	0.2	0.1	0.1	99.9	CBR 0.1" (100%)	=		%	
# 10	2.000	0.5	0.2	0.4	99.7	CBR 0.1" (95%)	=		%	
# 30	0.600	88.7	44.2	44.5	55.5	Ensayo Malla #200	P.S. Seco	P.S. Lavado	% 200	
# 40	0.420	38.7	19.3	63.8	36.2					
# 50	0.300	23.2	11.6	75.3	24.7	% Grava	=		%	
# 80	0.180	31.2	15.5	90.9	9.1	% Arena	=		%	
# 100	0.150	8.0	4.0	94.9	5.1	% Fino	=		%	
# 200	0.075	6.9	3.4	98.3	1.7	% Humedad	P.S.H	P.S.S	%	
< # 200	FONDO	3.4	1.7	100.0	0.0					
FINO		200.8				Coef. Uniformidad				Indice de Consistencia
TOTAL		200.8				Coef. Curvatura				
						Pot. de Expansión				

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observ.: La muestra fue proporcionada e identificada por el solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Elis Flores Pérez
 LABORATORIST

INGEONORT S.A.C.

José Alucero Valero
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 76344



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO : Diseño de una unidad de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por pet pulverizado, cemento mucilago de tuna, Chiclayo - 2021.

UBICACIÓN : José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Lambayeque

CANTERA :

MUESTRA : Mezcla: Arena= 65% - Pet pulverizado= 30% - Cemento portland= 5%

TESISTA : Hernández Montenegro Jefferson B. y Vences Elorreaga Brallan J.

TÉCNICO : E.F.P.

ING. RESP. : J.A.L.V.

FECHA : Octubre - 2021

Tamiz	Abert. mm.	Arena fina	Pet pulv.	cement. P.	% Ret.	% Q' Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	76.200	65.0%	30.0%	5.0%			Peso total	=		
2 1/2"	63.500						Peso lavado	=	gr	
2"	50.800						Peso fino	=	gr	
1 1/2"	38.100						Limite liquido	=	%	
1"	25.400						Limite plastico	=	%	
3/4"	19.050						Indice plastico	=	%	
1/2"	12.700						Clasif. AASHTO	=		
3/8"	9.525						Clasif. SUCCS	=		
1/4"	6.350						Max. Dens. Seca	=	(gr/cm ³)	
# 4	4.760						Opt. Cnt. Hum.	=	%	
# 8	2.360						CBR 0.1" (100%)	=	%	
# 10	2.000		0.1		0.1	99.9	CBR 0.1" (95%)	=	%	
# 30	0.600	2.7	13.3		15.9	84	Ensayo Malla #200	P.S.Seco	P.S.Lavado	% 200
# 40	0.420	0.4	5.8		6.2	77.8	% Grava	=	%	
# 50	0.300	2.6	3.5		6.1	71.7	% Arena	=	%	
# 80	0.180	20.9	4.7		25.6	46.1	% Fino	=	%	
# 100	0.150	14.2	1.2		15.4	30.7	% Humedad	P.S.H.	P.S.S.	%
# 200	0.075	9.4	1.0	0.1	10.5	20.2				
< # 200		14.8	0.5	4.9	20.2	0.0				
					100.0		Coef. Uniformidad			Indice de Consistencia
							Coef. Curvatura			
							Pot. de Expansión			

INGEONORT S.A.C.

Edy Floris Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

Jose A. Lucero Valera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76344

Ensayo al mucilago de tuna (ASTM D4792 - NTP 339.152).

 <p>INGEONORT S.A.C Ingeniería Geotécnica Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676</p>		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		
ENSAYOS QUIMICOS EN SUELOS (NORM MTC E- 211)		
PROYECTO : Diseño de una unidad de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por pet pulverizado, cemento mucilago de tuna, Chiclayo - 2021.		TÉCNICO : E.F.P. ING. RESP. : J.A.L.V. FECHA : Octub. - 2021
UBICACIÓN : José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Lambayeque		
CANTERA :		
MUESTRA : Mucilago de tuna		
SOLICITANTE : Hernández Montenegro Jefferson B. y Vences Elorreaga Brallan J		
REPORTE DE RESULTADOS		
AGREGADO FINO		
DESCRIPCION	NORMA	PPM
Contenido de sales solubles	NTP 339.152	2528.0
Contenido de cloruros (Cl)	NTP 339.177 - 03	1064.0
Contenido de Sulfatos (SO4)	NTP 339.178 - 02	1364.0
Ph	ASTM D4792	6.3
Observ.-		

INGEONORT S.A.C.

Eloy Flores Pérez
 Eloy Flores Pérez
 LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José Alvarado Valera
 José Alvarado Valera
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 76344

Ensayo de alabeo.

Procedimos a colocar en el borde recto de la regla, ya sea longitudinalmente o sobre una diagonal de una de las caras mayores del ladrillo, se introduce la cuña en el punto correspondiente a la flecha máxima.

Efectuamos la lectura y se registra el valor obtenido.



Figura N° 14: Verificando el alabeo de la unidad de albañilería.

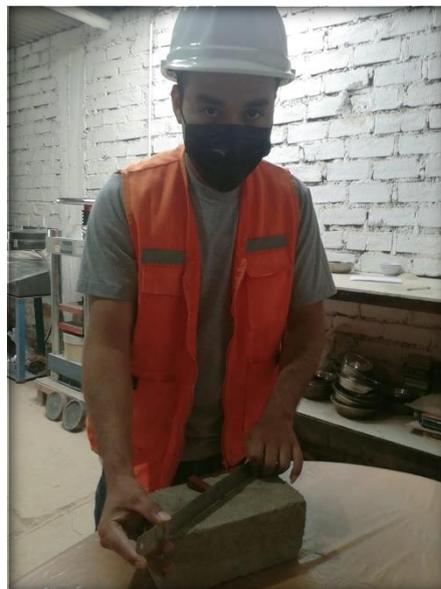


Figura N° 15: Verificando el alabeo de la unidad de albañilería.



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

PROYECTO

: Diseño de una unidad de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por pet pulverizado, cemento muclago de tuna.

UBICACIÓN

: José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Lambayeque

TIPO DE ENSAYO

: Alabeo

FECHA DE ENSAYO

: 25/10/2021

SOLICITANTE

: Hernández Montenegro Jefferson B. y Vences Eloorreaga Brallan J.

Ladrillo N°	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR		Observaciones
	Cóncavo (mm.)	Cóncavo (mm.)	Cóncavo (mm.)	Cóncavo (mm.)	
1	4.0	1.0	0.0	0.0	
2	6.0	0.0	1.0	2.0	
3	7.0	2.0	3.0	0.0	
4	5.0	1.0	2.0	1.0	
5	3.0	0.0	3.0	0.0	
6	7.0	2.0	2.0	2.0	
7	4.0	0.0	0.0	0.0	
8	6.0	3.0	3.0	1.0	
9	8.0	1.0	2.0	1.0	
10	3.0	2.0	1.0	3.0	
Promedio	5.3	1.2	1.7	1.0	

Observ.- Mezcla: Arena= 35% - Pet pulverizado= 15% - Muclago de tuna= 50%

INGEONORT S.A.C.

R.V. Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORTS.A.C.

José A. Latorre Valero
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76344

Ensayo de absorción:

En este ensayo procedimos a sumergir cinco unidades de albañilería en agua por 4h a esencialmente poros llenos. Después de transcurrido el tiempo, retiramos nuestras unidades de albañilería, secamos la superficie de las partículas y se determina la masa.



Figura N° 16: Verificando la absorción de la unidad de albañilería.



Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

ENSAYO DE ABSORCIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

PROYECTO : Diseño de una unidad de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por pet pulverizado, cemento mucilago de tuna.

UBICACIÓN : José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Lambayeque

TIPO DE ENSAYO : Porcentaje de Absorción

FECHA : 26/10/2021

SOLICITANTE : Hernández Montenegro Jefferson B. y Vences Elorroaga Brallan J.

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN					
Ladrillo N°	Peso inicial (gr.)	Peso saturado (gr.)	Peso seco al horno (gr.)	Peso del agua (cm3)	% Absorción
1	3254.7	3899.1	3205.6	693.5	21.6
2	3281.5	3889.2	3245.1	644.1	19.8
3	3269.3	3831.7	3141.3	690.4	22.0
4	3272.7	3873.3	3243.7	629.6	19.4
5	3227.9	3860.0	3201.9	658.1	20.6
% De Absorción promedio					20.7

Observ.- Mezcla: Arena= 55% - Pet pulverizado= 20% - Mucilago de tuna= 25%

INGEONORT S.A.C.

E. Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76344



Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

ENSAYO DE ABSORCIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

PROYECTO : Diseño de una unidad de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por pet pulverizado, cemento muclago de tuna.

UBICACIÓN : José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Lambayeque

TIPO DE ENSAYO : Porcentaje de Absorción

FECHA : 25/10/2021

SOLICITANTE : Hernández Montenegro Jefferson B. y Vences Elorreaga Brallan J.

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN					
Ladrillo N°	Peso inicial (gr.)	Peso saturado (gr.)	Peso seco al horno (gr.)	Peso del agua (cm3)	% Absorción
1	3254.7	3785.3	3171.2	614.1	19.4
2	3281.5	3889.2	3239.1	650.1	20.1
3	3269.3	3831.7	3239.5	592.2	18.3
4	3240.1	3791.2	3185.4	605.8	19.0
5	3252.7	3856.1	3225.7	630.4	19.5
% De Absorción promedio					19.3

Observ.- Mezcla: Arena= 35% - Pet pulverizado= 15% - Muclago de tuna= 50%

INGEONORT S.A.C.

Elis Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera
INGENIERO CIVIL
CIP N° 76344

Ensayo de resistencia a la compresión:

En esta prueba procedimos a introducir la unidad de albañilería a una prensa especial. Una vez allí, la unidad de albañilería va recibiendo una mayor presión siguiendo el régimen preestablecido hasta que se rompe, quedando registrados todos los datos necesarios en los indicadores de la prensa.



Figura N° 17: Empezando con la rotura de la unidad de albañilería.

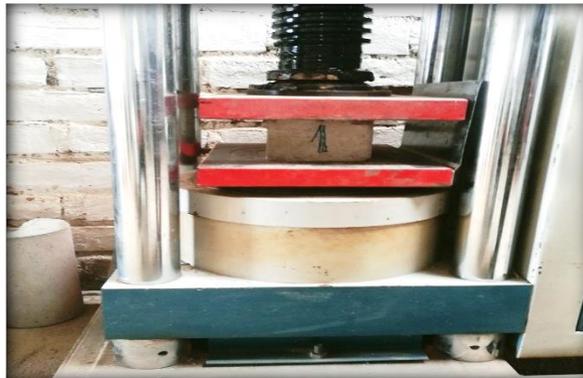


Figura N° 18: Ensayo a espécimen N° 1.



Figura N° 19: Especimen N° 1 recibiendo presión por parte de la prensa.



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

ESFUERZO AXIAL A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

PROYECTO : Diseño de una unidad de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por pet pulverizado, cemento mucilago de tuna.
UBICACIÓN : José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Lambayeque
TIPO DE ENSAYO : Resistencia a la compresión axial f_b de ladrillo de arcilla
FECHA ROTURA : 22/10/2021
SOLICITANTE : Hernández Montenegro Jefferson B. y Vences Elorreaga Brallan J.

RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL

Ladrillo N°	Fecha de Rotura	Ancho (cm.)	Longitud (cm.)	Area del bloque (cm ²)	Lectura de Dial (KN)	Carga Total (KN.)	Carga Total (Kg.)	RESISTENCIA	
								Kg/cm ²	
1	22/10/2021	11.75	21.92	257.6	133.8	136.1	13877	53.88	
2	22/10/2021	11.79	21.98	259.1	136.5	138.8	14152	54.61	
3	22/10/2021	11.68	21.87	255.4	134.7	137.0	13969	54.68	
4	22/10/2021	11.91	21.97	261.7	137.6	139.9	14264	54.51	
5	22/10/2021	11.83	21.95	259.7	135.1	137.4	14009	53.95	
								54.33	Kg/cm ²
								Desviacion estandar	
								0.38	Kg/cm ²
								Resistencia Característica a Compresion f_b	
								53.9	Kg/cm ²

NOTA.- Los ladrillos, fueron proporcionados e identificados por el Solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Eloy Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76344



INGEONORT S.A.C

Ingeniería Geotécnica

Av. Progreso N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo RPM #983635676

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

ESFUERZO AXIAL A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

PROYECTO : Diseño de una unidad de albañilería prensada con arcilla sustituida parcialmente por pet pulverizado, cemento mucilago de tuna.
UBICACIÓN : José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Lambayeque
TIPO DE ENSAYO : Resistencia a la compresión axial f'_b de ladrillo de arcilla
MATERIAL : Mezcla: Arena= 35% - Pet pulverizado= 15% - Mucilago de tuna= 50%
SOLICITANTE : Hernández Montenegro Jefferson B. y Vences Elorreaga Brallan J.

RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL

Ladrillo N°	Fecha de Rotura	Ancho (cm.)	Longitud (cm.)	Area del bloque (cm ²)	Lectura de Dial (KN)	Carga Total (KN.)	Carga Total (Kg.)	RESISTENCIA	
								Kg/cm ²	
1	25/10/2021	11.81	21.89	258.5	93.9	96.2	9808	37.94	
2	25/10/2021	11.77	21.96	258.5	107.1	109.4	11154	43.15	
3	25/10/2021	11.80	21.90	258.4	104.7	107.0	10909	42.21	
4	25/10/2021	11.89	21.99	261.5	110.5	112.8	11501	43.99	
5	25/10/2021	11.83	21.93	259.4	96.6	98.9	10083	38.87	
								41.23	Kg/cm ²
								Desviacion estandar	2.68 Kg/cm ²
								Resistencia Característica a Compresion f'_b	38.6 Kg/cm²

NOTA.- Los ladrillos, fueron proporcionados e identificados por el Solicitante.

INGEONORT S.A.C.

Estoy Flores Pérez
LABORATORISTA

INGEONORT S.A.C.

José A. Lucero Valera
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 76344

Anexo 9. Certificados de calibración de los equipos utilizados



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0144 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente 02833-2021

2. Solicitante INGEONORT S.A.C.

3. Dirección Av Progreso Oeste N° 277 Urb. Los Mochicas - Chiclayo - Lambayeque

4. Equipo **PRENSA DE CONCRETO**

Capacidad 2000 kN

Marca YF

Modelo STYE-2000B

Número de Serie 110909

Procedencia CHINA

Identificación NO INDICA

Indicación DIGITAL

Marca MC

Modelo STYLE-2000

Número de Serie 110909

Resolución 0.01 / 0.1 kN (*)

Ubicación NO INDICA

5. Fecha de Calibración 2021-10-15

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2021-10-15

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0144 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Fuerza de CALIBRATEC S.A.C.
Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.4 °C	20.4 °C
Humedad Relativa	54 % HR	54 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE 038-21A
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 0144 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)			
		Patrón de Referencia			
%	F_i (kN)	F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	$F_{promedio}$ (kN)
10	100	100.0	99.0	100.0	99.8
20	200	199.0	200.5	201.3	200.2
30	300	298.8	300.4	299.3	299.7
40	400	397.4	399.4	398.8	398.6
50	500	495.8	501.8	502.4	500.5
60	600	597.1	597.4	597.9	597.7
70	700	696.1	696.7	695.7	696.6
80	800	798.9	799.1	799.5	799.1
90	900	898.6	900.1	896.6	898.5
100	1000	1001.0	1002.9	1000.5	1001.3
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
100	0.21	1.00	-1.30	0.10	0.81
200	-0.08	1.15	0.25	0.05	0.75
300	0.12	0.53	0.07	0.03	0.63
400	0.34	0.50	0.10	0.03	0.61
500	-0.11	1.31	-0.06	0.02	0.85
600	0.39	0.13	-0.18	0.02	0.58
700	0.49	0.14	-0.14	0.01	0.59
800	0.11	0.07	0.02	0.01	0.58
900	0.17	0.38	0.16	0.01	0.60
1000	-0.13	0.25	0.20	0.01	0.58

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0.00 %
---	--------

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

