

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



Propuesta de ladrillo artesanal con adición de fibras de vidrio
para construcción de viviendas

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero Civil

Autor:

Martinez Fernandez, Elí Rodolfo

Asesor:

López Carranza, Atilio Rubén

Huaraz – Perú

2020

Palabras clave

Tema	Resistencia a la compresión
Especialidad	Ingeniería de la construcción

Keywords

Theme	Compresion Resistance y Permeability
Speciality	Civil Construction

Línea de investigación	Construcción y gestión de la construcción
Área	Ingeniería, tecnología
Subárea	Ingeniería civil
Disciplina	Ingeniería de la construcción

Propuesta de ladrillo artesanal con adición de fibras de vidrio
para construcción de viviendas

Resumen

Este proyecto de investigación tuvo como objeto integral definir la fortaleza a la presión de una baldosa artesanal y proponer su elaboración a base de fibra de vidrio. La metodología que se aplicó en la investigación es de tipo aplicada con un diseño experimental y los materiales que van a conformar el ladrillo artesanal son la fibra de vidrio y la arcilla, para ello se determinó la resistencia a la compresión realizada en la unidad de suelos de la universidad San Pedro de Huaraz, la muestra ensayada en el laboratorio fue de 50 ladrillos de arcilla y cuya distribución fue la siguiente 10 ladrillos patrón sin fibra de vidrio, 10 ladrillos con 1% de fibra de vidrio, 10 ladrillos con 1,7% de fibra de vidrio, 10 ladrillos con 2,2% de fibra de vidrio y 10 ladrillos con 2,8% de hebras de vidrio. Los efectos que se obtuvieron de las pruebas de laboratorio nos indicaron que la resistencia a la compresión se incrementó en 13,9%, siendo el 1% de inclusión de hebras de vidrio la que obtuvo mayor fortaleza a la compresión y se concluyó que es posible elaborar ladrillos de arcilla artesanal con inclusión de hebras de vidrio que incrementa la fortaleza al aplastamiento.

Abstract

This research project had as its integral object to define the strength at the pressure of a handcrafted tile and propose its elaboration based on fiberglass. The methodology applied in the research is of type applied with an experimental design and the materials that will make up the artisan brick are fiberglass and clay, for this was determined the resistance to compression made in the flooring unit of the University San Pedro de Huaraz, the sample tested in the laboratory was 50 clay bricks and whose distribution was the next 10 bricks pattern without fiber of glass, 10 bricks with 1% fiberglass, 10 bricks with 1.7% fiberglass, 10 bricks with 2.2% fiberglass and 10 bricks with 2.8% glass strands. The effects obtained from laboratory tests indicated to us that the compressor resistance increased by 13.9%, with 1% inclusion of glass strands gaining greater strength to compression and it was concluded that it is possible to make artisan clay bricks with the inclusion of glass strands that increases the strength to crushing.

índice

Palabras clave	i
Resumen	iii
Abstract.....	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA.....	10
III. RESULTADOS.....	21
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	24
V. CONCLUSIONES	25
VI. RECOMENDACIONES	26
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
VIII. AGRADECIMIENTOS	32
IX. ANEXOS Y APÉNDICE.....	33
Conceptuación y operacionalización de la variable	33

Índice de tablas

Tabla 1 Diseño completamente al azar	10
Tabla 2 Técnicas e instrumentos de investigación.	11
Tabla 3 Proporciones de material para la elaboración de arcillas por unidad de ladrillo.	15
Tabla 4 Dosificación por unidad de ladrillo.	16
Tabla 5 Dosificación para 9 unidades de ladrillo.	16
Tabla 6 Dosificación para 9 unidades de ladrillo.	16
Tabla 7 Contenido de humedad	21
Tabla 8 Limite líquido y límite plástico.	21
Tabla 9 Dosificación para 10 unidades de ladrillo.	22
Tabla 10. Resistencia a la compresión, muestra patrón sin fibra de vidrio norma E.070	22
Tabla 11 Resistencia a la compresion,muestra con fibras de vidrio,norma E.070	22
Tabla 12 Contenido de humedad	35
Tabla 13 Limite líquido y limite plástico	35
Tabla 14 Granulometría.	37
Tabla 15 Valores físicos de la muestra	38
Tabla 16 Absorción de muestras sin fibra de vidrio	40
Tabla 17 Absorción de muestras con 1% de fibra de vidrio	40
Tabla 18 Absorción de muestras con 1.7% de fibra de vidrio.....	40
Tabla 19 Absorción de muestras con 2.2% de fibra de vidrio.....	41
Tabla 20 Absorción de muestras con 2.8% de fibra de vidrio.....	41
Tabla 21 Alabeo de muestras sin fibra de vidrio.	42
Tabla 22 Alabeo de muestras con 1% de fibra de vidrio.....	43
Tabla 23 Alabeo de muestras con 1.7% de fibra de vidrio.....	43
Tabla 24 Alabeo de muestras con 2.2% de fibra de vidrio.....	44
Tabla 25 Alabeo de muestras con 2.8% de fibra de vidrio.....	44
Tabla 26 Clasificación de alabeo según norma E.070.....	45
Tabla 27 Succión de muestras sin fibra de vidrio.....	45
Tabla 28 Succión de muestras con 1% de fibra de vidrio.....	45
Tabla 29 Succión de muestras con 1.7% de fibra de vidrio.....	46
Tabla 30 Succión de muestras con 2.2% de fibra de vidrio.....	46

Tabla 31 Succión de muestras con 2.8% de fibra de vidrio.....	46
Tabla 32 Succión clasificación según norma ITINTEC 331.017.	47
Tabla 33 Muestra patrón sin fibras de vidrio, resistencia a la compresión axial.....	47
Tabla 34 Muestra con 1% de fibra de vidrio, resistencia a la compresión axial.	48
Tabla 35 Muestra con 1,7% de fibra de vidrio, resistencia a la compresión axial.	48
Tabla 36 Muestra con 2,2% de fibra de vidrio, resistencia a la compresión axial.	49
Tabla 37 Muestra con 2,8% de fibra de vidrio, resistencia a la compresión axial.	49
Tabla 38. Muestras sin fibra de vidrio.....	66
Tabla 39. Muestras con 1% de fibra de vidrio.....	66
Tabla 40 Muestra con 1.7% de fibra de vidrio	67
Tabla 41. Muestra con 2.2% de fibra de vidrio	67
Tabla 42. Muestra con 2.8% de fibra de vidrio	68
Tabla 43. Absorción de muestras sin fibra de vidrio	68
Tabla 44. Absorción de muestras con fibra de vidrio.....	69
Tabla 45. Alabeo de muestras sin fibra de vidrio	69
Tabla 46. Alabeo de muestras con fibra de vidrio.	70
Tabla 47. Alabeo clasificación según norma E.070.....	70
Tabla 48. Muestra sin fibra de vidrio.....	71
Tabla 49. Succión, muestra con fibra de vidrio.	71
Tabla 50 Succión clasificación según norma ITINTEC 331.017.	71

Índice de figuras

figura 1. Ciclo de cocción típico de un producto de arcilla.	8
figura 2: Cuña para ensayo de alabeo.	19
figura 3: Curva granulométrica.	38
figura 4: Clasificación de materia prima según S.U.C.S.	39
figura 5: Resistencia a la compresión. Valor teórico según NTP: 50 kg/cm ²	50

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la elaboración de ladrillos se realiza de forma mecánica, pero en muchas partes del mundo aún se usan los métodos tradicionales, y sin embargo la industrialización y automatización va abriéndose paso paulatinamente en muchos países del mundo, por ejemplo, en los países industrializados las palas hidráulicas excavan la arcilla, cintas transportadoras transportan lentamente los ladrillos a través de hornos de túneles largos que luego son apilados con precisión, todo este proceso hace que el ladrillo sea más barato. Dicho esto, la industria ladrillera peruana elabora ladrillos de una buena calidad tomando como base de calidad la norma técnica peruana (NTP) 331.017, que determina definiciones, clasificaciones, condiciones generales y parámetros que deben cumplir un ladrillo de arcilla para ser usado en las construcciones, sin embargo todavía persisten lugares en donde los ladrillos artesanales no cumplen las condiciones que exige la norma técnica peruana, bajo estos términos la ciudad de Huaraz es uno de los lugares donde se fabrican ladrillos artesanales que no alcanzan la resistencia mínima a compresión que exige la norma técnica peruana que es de 50 kg/cm^2 .

En nuestros días la capital de Huaraz tiene algunas fábricas de elaboración semi-industrial, nada del tipo industrial y varios lotes de elaboración hechos a mano. Se observa que la principal desventaja de la producción artesanal del ladrillo es la resistencia a compresión, con el afán de solucionar el inconveniente mencionado, propongo elaborar un ladrillo artesanal con adición de fibras de vidrio, conservando el método de su elaboración hecho a mano, esperando mejorar su resistencia a la compresión.

Los antecedentes en el ámbito Internacional según Peñafiel (2016), en su trabajo de investigación titulado *Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear vidrio reciclado molido en remplazo parcial del agregado fino*, dicho autor tuvo por objetivo general brindar los efectos o resultados de su análisis de fuerzas a compresión de muestras cilíndricas de hormigón en los cuales los elementos componentes que usó son vidrio molido en remplazo parcial de la arena. Se recolectó botellas de vidrio recicladas y se desinfectó y lavó para su uso con los demás componentes, los porcentajes de vidrio molido que se emplearon fueron de 10%, 20%, 30% y 40%. La metodología que empleo es experimental y los logros alcanzados de los test de laboratorio nos muestra que a los 28 días de edad del concreto se obtuvo la mayor resistencia con un 40% de vidrio molido cuyo valor es de 234,76 kg/cm². Concluyendo que de esta manera se da veracidad y factibilidad al uso del vidrio molido alcanzado 111,8% de la fortaleza de diseño respecto al hormigón patrón.

Según Castro (2016), en su trabajo de investigación titulado *Las fibras de vidrio, acero y polipropileno en forma de hilachas, aplicadas como fibras de refuerzo en la elaboración de morteros de cemento*, el autor elaboró un estudio cuyo objetivo es establecer la naturaleza física y mecánicas de los elementos que representa la argamasa, determinó las proporciones de posología en relación a los test de laboratorio y la fortaleza ínfima a la trituración a los 28 días, de allí que estas proporciones o dosificaciones se elaboró muestras de argamasa con los siguientes porcentajes, 0,5% y 1,0% de hebras de vidrio con respecto al conjunto del peso del cemento y arena que componen la argamasa, la metodología que empleo es de tipo descriptivo y experimental donde dieron resultados con mayor resistencia en los diferentes ensayos realizados en el laboratorio los cuales son 8,60 kg/cm² y 8,38 kg/cm², concluyendo que la incorporación de la fibra de vidrio en el mortero en los porcentajes mencionados fueron de una resistencia de 8,60 kg/cm² y 8,38 kg/cm² respectivamente.

Según Díaz & Bonilla (2018), en su trabajo de investigación titulado *Modificación de mezclas asfálticas mediante fibras de vidrio*, dichos autores nos presentan una investigación de tipo experimental y tiene como objetivo el conocer la incidencia o efecto de la aplicación de la fibra de vidrio en una mezcla asfáltica en frío, ya que estas tienen una vida útil muy corta y esto nos lleva a realizar estudios de pavimentos modificados. Se realizó la comparación de una mezcla convencional donde se tenía una población de 30 briquetas, de las cuales 3 no tenían fibra de vidrio y a las otras 3 se les añadió fibra de vidrio en los siguientes porcentajes 0,85%, 0,95%, 1,05%, 1,15%, 1,25%, 1,35%, 1,45%, y 1,55% obteniendo los siguientes resultados flujo máximo 4,5mm para 1,55%, estabilidad 4,4 kn para 0,85% y densidad de 1,72 gr/cm³ para 0,85%. concluimos que no se recomienda el uso o adición de la fibra de vidrio ya que este componente hace que el pavimento se deteriore más rápido perdiendo resistencia porque disminuye su densidad en 1,68 gr/cm³ para 1,45% de fibra de vidrio.

También en trabajos nacionales según Ruíz (2015), en su trabajo de investigación titulado *Influencia de la adición de vidrio triturado en la resistencia a la compresión axial de un ladrillo de arcilla artesanal de Cajamarca, 2015*, dicho autor nos presenta una investigación cuya metodología es experimental y tiene como objetivo primordial determinar cómo influye la inclusión de vidrio machacado en la fortaleza al aplastamiento axial de una baldosa de arcilla hecho a mano en Cajamarca. En la jerarquización de las baldosas se basó a la norma técnica peruana E.070 unidades de albañilería, el vidrio triturado se adiciona en las siguientes proporciones 5%, 10%, 15%, 25% y 50%, en este trabajo los resultados fueron los siguientes para 5% de vidrio se alcanzó una fortaleza de 88,03 kg/cm², para 10% de vidrio de obtuvo una fortaleza de 97.64 kg/cm³, para 15% se obtuvo una fortaleza de 90,97 kg/cm², para 25% se obtuvo una fortaleza de 89,81 kg/cm² y para 50% se obtuvo una fortaleza de 66,21 kg/cm², concluyendo que los resultados obtenidos nos indican que los ladrillos con inclusión del 10% de vidrio triturado se obtiene la mayor fortaleza que es 97,64 kg/cm².

Según Rojas (2015), en su trabajo de investigación titulado *Estudio experimental para incrementar la resistencia de un concreto de $f'c=210$ kg/cm² adicionando un porcentaje de vidrio sódico cálcico*, dicho autor tuvo como meta estudiar la fortaleza al aplastamiento de un concreto $f'c=210$ kg/cm² adicionándole un porcentaje de vidrio sódico cálcico a la mezcla, haciendo uso del cemento Fortimax 3, cuya modalidad es experimental se tuvieron que determinar las dominaciones sistémicas de los agregados fino y grueso para tener una buena configuración de mezcla de concreto por el método ACI. Los porcentajes de vidrio adicionado a la mezcla fue de 1%, 1,68% y 2,87%, a los cuales se elaboró test de fortaleza al aplastamiento en las diversas fases o edades de 7, 14, 21 y 28 días y los logros obtenidos fueron 184 kg/cm², 220,4 kg/cm², 245,4 kg/cm² y 318,8 kg/cm² respectivamente se analizaron mediante tablas y gráficas, concluyendo que la fortaleza obtenida fue de 318,8 kg/cm² a los 28 días usando un porcentaje mínimo de vidrio.

Según García (2017) en su trabajo de investigación titulado *Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² en la ciudad de Puno*, dicho autor presenta un trabajo de investigación cuya metodología es experimental y tiene como objeto medir y evaluar la fortaleza a la trituración del concreto normal $f'c=210$ kg/cm² con la incorporación de hebras de vidrio y su costo de generación, las variable dependiente a estudiar es la fortaleza al aplastamiento y su costo de elaboración y como variable independiente viene a ser la adición de fibra de vidrio en los siguientes porcentajes 0,025%, 0,075% y 0,125%, estos porcentajes están en relación al peso de los materiales que componen la mezcla, los resultados obtenidos muestran un incremento en la resistencia de 6,65%, 2,26% y 1,26% al adicionar fibra de vidrio y el costo de producción disminuye, concluyendo que al adicionar hebra de vidrio en dichos porcentajes la fortaleza a la compresión es superior al concreto normal incrementándolo en 6,65%, 2,26% y 1,26% respectivamente.

Por último en trabajos locales según Santos (2018), en su trabajo de investigación titulado *Efecto de la sustitución del agregado grueso por vidrio blanco en la resistencia del concreto*, dicho autor tiene por objetivo identificar y establecer cómo es que adicionando partículas de vidrio reciclado en los siguientes porcentajes de 25% y 50% de acuerdo al peso del conjunto pétreo y usando cemento portland tipo I, aplicando la metodología descriptiva experimental se estudiaron el perfil físico de los agregados como son el contenido de higrometría, granulometría, peso específico, resistencia a la compresión y porcentaje de absorción, cuyos resultados a los 28 temporadas precisan que la mezcla guía tiene una solidez al aplastamiento mínimo en 7,02% con su similar el concreto experimental con la inclusión de vidrio reusado blanco en un 25%, concluyendo que el concreto experimenta con el reemplazo de agregado grueso por vidrio reusado blanco en un 50%, está por debajo de la fortaleza del concreto patrón en 10,27%.

Según Rivera (2019), en su trabajo de investigación titulado *Comparación de la resistencia a la fractura de piezas dentarias endodonciadas restauradas con espigos de fibra de vidrio y fibras de cuarzo sometidos a fuerzas verticales in vitro, distrito de Chimbote*, dicho autor tuvo el trabajo cuya metodología es experimental, comparativo y cuantitativo y su finalidad fue evaluar la fortaleza de los elementos dentales desvitalizadas reparadas con filamentos de hebras de vidrio y hebras de cuarzo los cuales se sometieron a fuerzas verticales, para estas pruebas se emplearon 30 premolares iniradiculares que pasaron las pruebas deseadas, cuyos resultados fueron que el grupo que tiene fibra de vidrio alcanzo una fortaleza a la fractura de 164,6 kg, mientras tanto que el grupo de hebras de cuarzo alcanzo una fortaleza de 139,8 kg. Concluyendo que estas piezas se sometieron a una fuerza de aplastamiento vertical en una máquina de ensayos cuya capacidad es de 500 kg, comprobando así que las hebras de vidrio dan mejor fortaleza.

Según Mantilla (2017), en su trabajo de investigación titulado *Influencia de la fibra de vidrio tipo E en las propiedades mecánicas resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$* , este autor tiene un trabajo de investigación cuya metodología es experimental tiene como objetivo establecer y comprobar si el concreto adicionado con la hebra de vidrio clase E, mejora los caracteres mecánicas para la fortaleza al aplastamiento y flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en la urbe de Chimbote. Se llevaron a cabo varias pruebas y así analizar el comportamiento del concreto patrón y la inclusión con hebra de vidrio, estos ensayos se realizaron con probetas cilíndricas y vigas de concreto en el laboratorio, los porcentajes de hebras de vidrio clase E adicionados fueron de 1%, 3% y 5%, los resultados obtenidos fueron la viga patrón a la edad de 28 días alcanzó una resistencia a la flexión 3,68 Mpa, y las vigas con inclusión de hebras de vidrio en 3% obtuvo una fortaleza a la flexión de 3,81 Mpa, concluyendo que se alcanza mayor fortaleza a la flexión para 3% de hebras de vidrio.

Siguiendo la fundamentación científica se tiene el marco teórico que nos dice que **la definición de fibra de vidrio** es según Vilca (2019, p.22), afirma que es un material que se compone de muchos filamentos poliméricos de dióxido de Silicio (SiO_2) extremadamente finos.

Propiedades del vidrio, según Saumell (2014), nos afirma que los vidrios se componen de muchas propiedades como son, ópticas, mecánicas y térmicas.

Definición de resistencia a la compresión, según la norma técnica peruana es la posesión más importante en las unidades de albañilería, como también la calidad estructural y su resistencia a las cargas externas, entonces viene a ser la capacidad de un sólido o bloque para soportar el esfuerzo máximo a la compresión de fuerzas aplicadas sin quebrarse o fracturarse.

Materia Prima la arcilla, según Zoe (2005), afirma que este material tiene su origen o proviene de una roca sedimentaria que está compuesta de uno o varios minerales, ricas en silicatos.

Plasticidad: según Zoe (2005). Esta posesión le atribuye al limo en incorporación con el agua preciso, logra cierta blandura, y se puede lograr con la masa adoptar diferentes moldes de enseres o baldosas.

Reducción: según Zoe (2005). Tiene consecuencia mientras se va deshidratando. La merma de agua comienza en los poros superficiales, llegando éstos hasta los poros más profundos, logrando obtener una armonía, esto implica que por reacción se reducen los poros minimizando el volumen.

Unificación: según Arquñigo, (2011). Es la posesión o cualidad por la que las arcillas se fortalecen en una pasta.

Hidratación de agua: según Zoe (2005). Por medio de los elementos que lo componen estos requieren tener impermeabilidad.

Vidriado: según Zoe (2005). Esta cualidad de las arcillas de volverse o convertirse vidrioso. A temperaturas tremendamente altas la masa se vitrifica, se hace más y más sonora y queda muy sólida.

Procedimientos de elaboración de ladrillos de arcilla:

Etapas principales para la preparación de baldosas, según Barranzuela (2014), nos afirma que esta etapa es muy significativa en la elaboración de las baldosas, la finura de la masa depende en mayor parte que el elemento sea bien trabajado, aspecto, fortaleza, la excavación se realiza de forma manual a una profundidad menor de dos metros. En estos métodos se realizan cortes profundos en el paisaje, la arcilla debe pasar por un procedimiento de machacamiento, uniforme y sosiego en almacenamiento, para lograr una adecuada coherencia y homogeneidad de naturaleza mecánica y química, la exhibición al ente atmosférico (aire, lluvia, sol, etc.) promueve a la desintegración del material orgánica que puede estar presente y admite la purificación química del material.

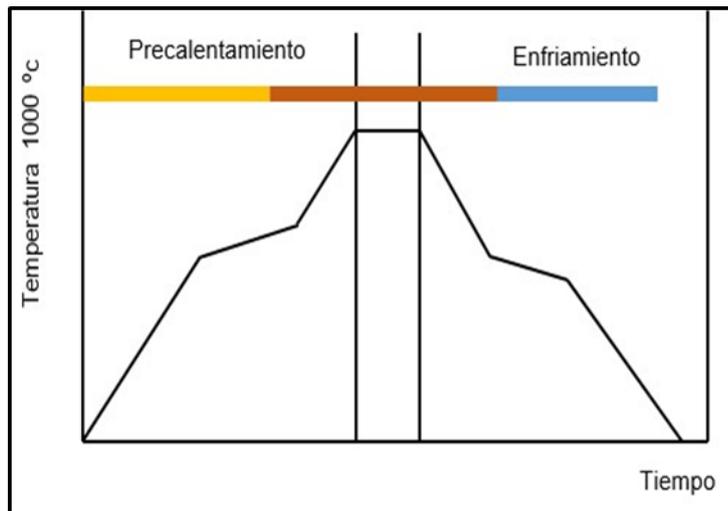


Figura 1. Ciclo de cocción típico de un producto de arcilla.

Fuente. Terán, 2013, Fabricación de baldosas cerámicas.

Con lo mencionado se pudo analizar la realidad problemática a nivel mundial aún todavía hoy en día se elaboran ladrillos artesanales que no satisfacen las normas de calidad establecidas, es por ello que en el Perú se tiene la norma técnica peruana (NTP 331.017). Que da las condiciones y parámetros para la elaboración de un ladrillo de calidad.

Por lo expuesto anteriormente se justifica la investigación a nivel económico, porque el ladrillo propuesto será más económico sin alterar significativamente sus procesos de elaboración, se plantea mejorarlos con adición de fibras de vidrio para otorgarles de mayor capacidad a la resistencia en compresión contra las cargas externas.

También la actual investigación experimental, se justifica socialmente ya que se basa en la elaboración artesanal de ladrillos de arcilla con más resistencia y más abrigados o cálidos, adicionada con fibras de vidrio que beneficiara principalmente a los pobladores y comunidades de las zonas rurales.

También se justifica científicamente ya que aplico rigurosamente el método científico para lograr resultados contrastables y validados que se ajustan a la

realidad, aplicando las teorías para la solución de la baja resistencia que tiene un ladrillo artesanal.

Se justifica ambientalmente porque se hace uso de materiales o componentes que interactúan con el medio ambiente porque se hará uso de fibras de vidrio los cuales producen polución en el ambiente.

Con lo explicado en el proyecto de estudio se formuló el siguiente problema **¿Cuál es el efecto de adicionar fibra de vidrio en la resistencia a la compresión de un ladrillo artesanal para la construcción de viviendas?**

Del problema que se planteó se obtuvo la siguiente hipótesis la adición de fibra de vidrio aumenta la resistencia a la compresión de un ladrillo artesanal para la construcción de viviendas, para ello se formuló como objeto principal definir el efecto de la adición de fibra de vidrio en la fortaleza a la compresión de un ladrillo artesanal para la construcción de viviendas, de lo cual se desprendieron los objetivos específicos, de caracterizar las propiedades físicas y químicas de la materia prima empleada para la elaboración de un ladrillo de arcilla, Caracterizar las propiedades físicas y químicas de la fibra de vidrio para la adición a un ladrillo artesanal para la construcción de viviendas, diseñar la mezcla para elaborar ladrillos de arcilla adicionando fibra de vidrio con porcentajes de 1%, 1,7%, 2,2% y 2,8%, determinar la fortaleza al aplastamiento de la baldosa artesanal patrón sin adición de fibra de vidrio a los 21 días de secado y la fortaleza al aplastamiento del ladrillo artesanal con adición de fibra de vidrio con los porcentajes de 1%, 1,7%, 2,2% y 2,8%, evaluar el efecto de la adición de las fibras de vidrio en la fortaleza a la compresión para un ladrillo artesanal y por último evaluar económicamente la elaboración de un ladrillo artesanal adicionando fibra de vidrio.

II. METODOLOGÍA

Tipo de investigación Según Hernández, Fernández & Baptista (2014), definieron al tipo de investigación aplicada, como el tipo que usa las teorías relacionadas a la variable para la solución del planteamiento del problema de lo cual el presente trabajo de investigación tuvo un tipo de investigación aplicada.

Diseño Según Hernández, Fernández & Baptista (2014), es un diseño experimental porque tratará de examinar si una o más variables independientes inciden a una o más variables dependientes y como influyan, con este tipo de diseño se aspira realizar una serie de actos y después mediante la observación ver los efectos que produjo.

Tabla 1

Diseño completamente al azar

Días de secado	Adición de la fibra de vidrio				
	0%	1%	1,7%	2,2%	2,8%
	R1	R2	R3	R4	R5
	R1	R2	R3	R4	R5
21 días	R1	R2	R3	R4	R5
	R1	R2	R3	R4	R5
	R1	R2	R3	R4	R5

Fuente: Elaboración propia, basado en el método del proyecto.

Población, según Tamayo (2012), es la totalidad de un objeto de estudio, incluye las unidades de análisis que abarcan dicho objeto con características comunes observados en lugar y en un momento determinado.

Está conformado por la totalidad de 50 ladrillos de arcilla.

Muestra Según Tamayo (2012), La muestra viene hacer un conjunto de operaciones que se realizan para analizar la distribución de determinados caracteres del total de una población partiendo de la observación de una fracción

de la población. En este trabajo de investigación a realizar se tomó para el estudio en función a la norma E.070 de albañilería. Se utilizó 50 ladrillos de arcilla adicionados un porcentaje de fibra de vidrio de la siguiente manera:

10 unidades de ladrillo patrón es decir sin fibra de vidrio.

10 unidades de ladrillo con 1% de fibra de vidrio.

10 unidades de ladrillo con 1.7% de fibra de vidrio.

10 unidades de ladrillo con 2.2% de fibra de vidrio.

10 unidades de ladrillo con 2.8% de fibra de vidrio.

Tabla 2

Técnicas e instrumentos de investigación.

Variable	Técnica	Instrumento	Fuente
Variable independiente	Investigación bibliográfica	Ficha bibliográfica	Bibliotecas virtuales, bibliotecas físicas
Fibras de vidrio	Observación	Formatos de laboratorio	Encargado del laboratorio USP
Variable dependiente	Investigación bibliográfica	Ficha bibliográfica	Bibliotecas virtuales, bibliotecas físicas
Resistencia a la compresión	Observación	Formatos de laboratorio	Encargado del laboratorio USP

Fuente: Elaboración propia, basado en el método del proyecto.

La técnica de elaboración de datos será la medición de la resistencia a la compresión en el laboratorio.

Se fue a la ladrillera Lázaro ubicada en el centro poblado de San Nicolas, caserío de Chihuipampa, provincia de Huaraz. Y se recolecto muestras de arcilla que se utilizara en la investigación de los siguientes ensayos.

Instrumentos

Los instrumentos utilizados en los métodos antes referidos son:

Documentación de campo (in-situ)

Laboratorio de mecánica de suelos y concreto.

Dispositivo de ensayos a compresión y flexión.

Formatos de laboratorio.

Procesamiento y análisis de la información se fue a la ladrillera Lázaro ubicada en el centro poblado de San Nicolas, caserío de Chihuipampa, provincia de Huaraz. Y se recolecto muestras de arcilla que se utilizara en la investigación de los siguientes ensayos. Las evidencias obtenidas de la experimentación en el laboratorio referente a las pruebas de compresión del ladrillo hecho a mano adicionado con fibra de vidrio serán probados, consignados, para que inmediatamente puedan ser introducidos a la hoja de cómputo Microsoft Excel 2016 de Windows 10 para en seguida ejecutar los cálculos matemáticos y estadísticos. El cotejo se realizará con tablas y gráficos, el instrumento a utilizar es una guía de observación para registrar las pruebas de resistencia de los ladrillos modelo y exploratorios y fichas de laboratorio para las distintas pruebas de resistencia al aplastamiento.

Método

El principal método realizado en este trabajo de investigación es aplicativo y experimental y además se realizó la revisión de documentos, pruebas de ladrillos con la adición de fibra de vidrio en sus distintos porcentajes, toma de muestras de agregados, peso unitario de los agregados (NTP 400.017, 2011), peso específico y absorción de agregados (NTP 400.021, 2013), contenido de humedad, absorción efectiva y humedad superficial (NTP 400.021, 2013)

Análisis granulométrico de la arcilla (NTP 400.012, 2013)

Diseño de mezclas usando el método del comité del 211 del ACI.

Ensayo de resistencia de compresión axial ASTM C39

Instrumento

Los instrumentos utilizados en los métodos antes referidos son:

Documentación de campo (in-situ)

Laboratorio de mecánica de suelos y concreto.

Dispositivo de ensayos a compresión y flexión.

Formatos de laboratorio.

Ensayos realizados a la arcilla

Contenido de humedad, el contenido de humedad en el suelo se definió como la cantidad de agua de un suelo, se representa por la siguiente expresión (NTP 339.185, 2002).

$$W\% = (\text{peso del agua}) / (\text{peso seco}) * 100 = W(h - W_s) / W_s * 100 \text{-----}$$

------(1)

Donde:

W% = Contenido de humedad.

Wh = Peso húmedo.

Ws = Peso Seco.

Los materiales y equipos utilizados para la determinación de la arcilla con humedad fueron 3 taras, 1 horno y una balanza.

Procedimiento: Se determinó el volumen de muestreo con la que se tiene que trabajar, se pesaron las taras con sus respectivas identificaciones, se colocaron en las taras el suelo húmedo en el cual se pesó (tara + suelo húmedo).

Se colocaron las taras en el horno a lo largo de 24 horas a una temperatura de 110° C, para que se pueda eliminar el agua, una vez cumplidas las 24 horas se retiraron

las muestras del horno y se dejó enfriar a la temperatura del ambiente y se pesó (tara + muestra seca), una vez obtenido los datos se calculó el contenido de humedad.

Límite líquido: Los materiales y equipos utilizados fueron, muestra seca pasada por la malla N° 40, agua, balanza con proximidad de 0.01 gr, copa de Casagrande, Mortero y mango.

Procedimiento: Se pasó la muestra seca por la malla N° 40, luego se pesó la muestra 100 gr, se colocó una muestra en el mortero y se mezcló con agua, se mezcló el agua con la muestra hasta homogeneizar la muestra, después se incorporó algo de muestra en la copa de Casagrande, se partió en dos mitades la muestra colocada en la copa de Casagrande, se empezó a dar los 25 golpes hasta que se unan y por último se pesó la muestra unida y se llevaron al horno por 24 horas.

Límite plástico: Los materiales y equipos utilizados fueron una muestra seca pasada por la malla N° 40, agua, balanza con proximidad de 0.01 gr., Copa de Casagrande y mortero y mango.

Procedimiento: se pasó la muestra seca por la malla N° 40, se pesó la muestra 100gr., se colocó una muestra en el mortero y se mezcló con agua, se mezcló el agua con la muestra hasta lograr una masa consistente, se toma un pedazo de muestra y se empezó dar forma de gusanito con la presión de la mano hasta lograr una muestra de diámetro de 3 mm, se cortó la muestra por mitades iguales y se pesaron las muestras y se llevaron al horno por 24 horas.

granulometría de la arcilla: Los materiales y equipos utilizados fueron el suelo arcilloso 200 gr., juego de tamices N° 4, 10, 20, 40, 60, 140, 200 y una balanza con proximidad de 0.01 gr., calentador con control de temperatura.

Procedimiento: Se seca la muestra al aire libre, se coloca la muestra en la malla número 200 y se lava con mucho cuidado, las partículas retenidas en la malla N° 200 se coloca en una tara y se pone al horno por 24 horas, se pasa la muestra por las mallas.

Elaboración de ladrillos de arcilla adicionando fibra de vidrio.

Procedimiento: Se realizó el deshilachado de la fibra de vidrios de manera manual, posteriormente se realizó el pesó en la proporción a utilizar en la mezcla, en seguida se realizó la recepción de la materia prima de los ladrillos de arcilla, arena y agua, se añadió la fibra de vidrio en un 1%, 1,7%, 2,2% y 2,8%, por unidad de ladrillo para cada mezcla, se vertió la mezcla con una palana, hasta mezclar toda la mezcla con la fibra de vidrio, añadiendo agua necesaria para cada mezcla, se incorporó la proporción requerida de mezcla en cada molde, se compactó bien la mezcla en el molde, luego que la mezcla esté bien formada se sacaron los ladrillos del molde con mucho cuidado, porque esto genera la deformación de la masa.

El mismo procedimiento se realizó para todas las muestras necesarias con un 1%, 1,7%, 2,2%, 2,8%, se aguardaron 21 días para que las muestras sequen tendidas en el piso, se pusieron las muestras en el horno por 8 días para su cocción, se retiraron las muestras del horno, se transportaron las muestras a la Universidad San Pedro, para realizar los ensayos respectivos.

Materiales:

Arcilla, la arcilla para la elaboración de ladrillos cumplió con NTP 339.18.

La arcilla que se utilizó en la elaboración de los ladrillos fue empacada en sacos y almacenada en un lugar seco.

Proporciones:

Tabla 3

Proporciones de material para la elaboración de arcillas por unidad de ladrillo.

Fibra de Vidrio (0%)	
Material	Cantidad
Arcilla (Kg)	4
Agua de diseño (Kg/m ³)	2
Fibra de Vidrio (Kg)	0

Fuente: Elaboración propia

Dosificación por unidad de ladrillo:

Tabla 4

Dosificación por unidad de ladrillo.

Porcentaje de fibra de vidrio	0%	1%	1,7%	2,2%	2,8%
Arcilla (Kg)	4	4	4	4	4
Agua (Kg/m ³)	2	2	2	2	2
Fibra de vidrio (Kg)	0	0.04	0.068	0.088	0.112

Fuente: Elaboración propia, basado en el método del proyecto.

Dosificación para 10 unidades de ladrillo:

Tabla 5

Dosificación para 9 unidades de ladrillo.

Porcentaje de fibra de vidrio	0%
Arcilla(kg)	40
Agua de diseño (Kg/m ³)	7
Fibra de Vidrio (Kg)	0.00

Fuente: Elaboración propia, basado en el método del proyecto.

Dosificación por unidad de ladrillo:

Tabla 6

Dosificación para 10 unidades de ladrillo.

Porcentaje de fibra de vidrio	0%	1%	1,7%	2,2%	2,8%
Arcilla (Kg)	40	40	40	40	40
Agua (Kg/m ³)	7	7	7	7	7
Fibra de Vidrio (Kg)	0	0,40	0,68	0,88	1,12

Fuente: Elaboración propia.

Ensayos: Los ensayos realizados fueron, ensayos realizados a los ladrillos artesanales de arcilla

Ensayo de resistencia a la compresión axial los materiales/Equipos utilizados según NTP 399.613 fueron, dispositivo o máquina para llevar a cabo la resistencia a la compresión axial, marca de máquina HUMBOLDT, serie 3103AN08554, tiene

una capacidad de: 110 Toneladas. Cinco unidades de ladrillos de arcilla artesanal patrón.

Cinco unidades de ladrillos de arcilla adicionada con fibra de vidrio por porcentajes.

Preparativos de los ladrillos que son las muestras

Se llevo a cabo un empastado con yeso, a cada ladrillo no excediendo los 15 mm como espesor puliendo hasta lograr una superficie plana y lisa, se volvió a tomar el procedimiento con la otra cara del ladrillo de arcilla, luego se comprobó que ambas caras sean exactamente paralelas y se aguardó 1 día hasta que secaran, para ser ensayadas.

Procedimiento

Se realizó pruebas a los ladrillos artesanales de arcilla colocando el centroide de sus superficies de asiento alineada verticalmente con el centro de empuje del pistón de la máquina de ensayo a compresión, la fuerza se aplicó en la orientación de su menor dimensión, se regulo la carga aproximando hasta la mitad de la máxima fuerza prevista a cualquier velocidad derivado, posteriormente se procede al reajuste de los controles de la máquina para proporcionar un recorrido uniforme del cabezal o pistón móvil.

Cálculos:

La resistencia a la compresión axial se calculará con la siguiente formula:

$$\sigma = P_{\text{máx}}/A \text{ -----}(2)$$

Donde:

σ = Resistencia a la compresión axial.

P = Carga de rotura.

A = Área bruta de la sección.

La sección A se calculará por la siguiente ecuación:

$$A = a * L \text{ -----}(3)$$

Donde:

a = ancho de la muestra en centímetros.

L = largo de la muestra en centímetros.

Medidas del tamaño:

Según NTP 399.613.

Materiales

Regla graduada de aluminio de 30 cm de longitud.

Instrucciones: Medir 10 unidades de ladrillos preparadas enteras y secas.

Cuantificar las siguientes dimensiones longitud, ancho y altura.

La siguiente dimensión que es el ancho del ladrillo se mide a través de los extremos y en ambas caras, la siguiente dimensión que es el alto del ladrillo se mide a través de los extremos y en ambas caras.

Absorción: (NTP 399.613)

Los materiales utilizados fueron, se escogieron 5 unidades de ladrillo de arcilla artesanal adicionada con fibra de vidrio, una balanza con una aproximación de 0,5 g., recipiente grande de medio cilindro para el agua y horno graduado a una temperatura entre 110 °C y 115 °C.

Procedimiento:

En primer lugar, se remojaron los ladrillos de arcilla hechos a mano en el recipiente con agua por tiempo de 24 horas, nos percatamos de que la temperatura este entre 15 °C y 30 °C ambiente, en segundo lugar, se procede a secar los ladrillos de arcilla hechos a mano del agua, escurriendo y secándolo con un trapo y luego se pesó en la balanza para obtener su peso hidratado o saturado, en tercer lugar, se colocaron los ladrillos de arcilla artesanal al horno entre 110 °C y 115 °C por 24 horas, se retiraron del horno y se pesaron obteniendo su peso seco al horno, cuarto paso se

procede a calcular la absorción A (%), con la siguiente formula de la siguiente manera:

$$A (\%) = \left(\frac{W_s - W_d}{W_d} \right) \dots \dots \dots (4)$$

Donde:

Ws= Peso saturado del ladrillo

Wd= Peso seco al horno del ladrillo.

Alabeo

Según NTP 399.613.

Materiales: Una regla de aluminio graduada con divisiones de 1 mm, una cuña de medición elaborada de 60 mm de longitud por 12,5 mm de ancho por 12,5 mm de espesor en un extremo (fig. 2).

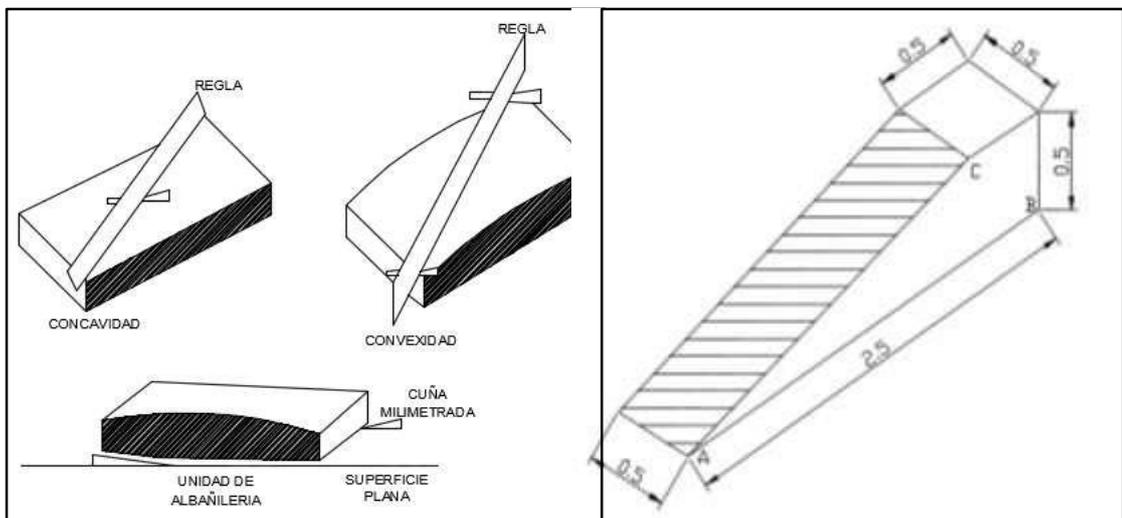


Figura 2: Cuña para ensayo de alabeo.

Fuente: NTP 399.613

Procedimiento:

Al efectuar esta prueba se ubicó el ladrillo en un mueble plano y liso, en función a la forma se determina el tipo de alabeo, si la forma se presenta cóncavo se introduce

una cuña metálica graduada en la franja que presente mayor flecha, si la forma de alabeo es convexa, se ubica la regla graduada metálica hasta que las medidas de los extremos sean iguales, en seguida insertamos la cuña para tomar la lectura.

Las formas adoptadas de concavidad y convexidad se estiman con una regla de aluminio graduada y una cuña graduada, expresados en milímetros.

Para analizar información:

La información obtenida en los ensayos realizados a la arcilla y el vidrio, a los cuales se analizó el contenido de hidratación, el límite líquido, el límite plástico, absorción y alabeo. Se realizó hojas de cálculo para poder procesar los datos de cada prueba realizado en el laboratorio.

Se analizó los ensayos realizados al ladrillo de arcilla adicionado fibra de vidrio, que fueron resistencia a compresión, contenido de humedad, absorción, succión, alabeo, se realizaron hojas de cálculo para procesar los datos de cada uno de los ensayos realizados al ladrillo de arcilla adicionado fibra de vidrio.

En las pruebas de resistencia a compresión axial se determinó la deformación y el esfuerzo producido por la carga última.

En la resistencia a la compresión se determinó la resistencia que tiene cada muestra de ladrillo de arcilla, adicionado fibra de vidrio por porcentajes de 1%, 1,7%, 2,2% y 2,8%.

III. RESULTADOS

Caracterización de las propiedades físicas y químicas de la materia prima empleada para la elaboración de un ladrillo de arcilla. Para la caracterización de los elementos que componen el diseño de la mezcla para el ladrillo fueron, la arcilla, fibra de vidrio, el agua y arena, para ello se realizó los análisis de granulometría, humedad, módulo de fineza, peso de piedra, peso de arena, clasificación sucs, limite líquido, límite plástico y absorción, esto se puede observar en la tabla.

Tabla 7

Contenido de humedad

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Contenido de Humedad Promedio (%)	6,3
Peso de piedra (%)	7,3
Peso de arena (%)	92,7
Clasificación (SUCS)	ML
Módulo de fineza	1,3

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8

Limite líquido y límite plástico

VALORES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
Límite líquido (%)	25,8
Límite plástico (%)	22,14
Índice de plasticidad (%)	3,69

Fuente: Elaboración propia.

Diseño de la mezcla para elaboración de ladrillos de arcilla patrón y experimental adicionando fibra de vidrio con porcentajes de 1%, 1,7%, 2,2% y 2,8%.

Tabla 9
Dosificación para 10 unidades de ladrillo

Porcentaje de fibra de vidrio	0%	1%	1,7%	2,2%	2,8%
Arcilla (Kg)	40	40	40	40	40
Agua (Kg/m ³)	7	7	7	7	7
Fibra de Vidrio (Kg)	0	0,40	0,68	0,88	1,12

Fuente: Elaboración propia.

Determinación de la resistencia a la compresión del ladrillo artesanal patrón sin adición de fibra de vidrio a los 21 días de secado y con adición de fibra de vidrio con los porcentajes de 1%, 1,7%, 2,2% y 2,8%.

Tabla 10
Resistencia a la compresión, muestra patrón sin fibra de vidrio norma E.070

Muestra	Resistencia a la compresión promedio	
	Unidades	Mpa
Sin fibra de vidrio	34.61	3.39

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11
Resistencia a la compresión, muestra con fibra de vidrio, norma E.070

Muestra	Resistencia a la compresión promedio	
	Unidades	Mpa
1% de vidrio	39,42	3,9
1,7% de vidrio	36,96	3,62
2,2% de vidrio	29,95	2,94
2,8% de vidrio	33,99	3,33

Fuente: Elaboración propia.

Evaluación económica de la elaboración de un ladrillo artesanal adicionando fibra de vidrio. Económicamente el ladrillo artesanal con adición de fibra de vidrio se incrementa

1,3% de su costo lo cual no es significativo.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La caracterización de la materia prima con adición de vidrio según Ruiz (2015), tuvo por resultados los siguientes para un ladrillo sin vidrio obtuvo una resistencia de 91,64kg/cm² y con 5% de vidrio se obtuvo una resistencia de 88,03 kg/cm², para 10% de vidrio de obtuvo una resistencia de 97.64 kg/cm³, para 15% se obtuvo una resistencia de 90,97 kg/cm², para 25% se obtuvo una resistencia de 89,81 kg/cm² y para 50% se obtuvo una resistencia de 66,21 kg/cm², de lo cual se coincidió con dicho autor ya que la fibra de vidrio aumenta la resistencia a la compresión.

Según la norma técnica peruana nos pide como resistencia mínima 50 kg/cm², pero al medir la resistencia del ladrillo artesanal sin fibra de vidrio se comprobó que este no cumple con la norma cuyo resultado es de 34,61 kg/cm.

La absorción promedio sin vidrio según Ruiz (2015), de los ladrillos hecho a mano es 17.09%, está dentro de lo especificado por la norma la norma INTINTEC 331.017, también los valores con los diferentes porcentajes ensayados, 16.17 (Con 1.0% de fibra de vidrio), 15.48 (Con 1,7% de vidrio), 26.16 (Con 2,2% de vidrio), 16.29 (Con 2,8% de vidrio), están dentro de lo establecido por la norma, también coincidimos don dicho autor porque nuestros valores con adición de la fibra de vidrio también están dentro de la norma.

V. CONCLUSIONES

La fibra de vidrio adicionada al ladrillo artesanal incrementó la resistencia a la compresión, el ladrillo patrón obtuvo una resistencia de 34,61 kg/cm² y con adición de fibra de vidrio en 1% se obtuvo una resistencia a la compresión de 39.42 kg/cm².

Se analizó las propiedades físicas como son: 25,83% de límite líquido, 22.14% límite plástico, 3.69% de índice de plasticidad, 6.31 de contenido de humedad, así también la realización de la granulometría, de acuerdo con este análisis el material es clasificada según SUCS como un ML (limos orgánicos de baja compresibilidad).

Se demostró que el ladrillo artesanal sin fibra de vidrio y con adición de fibra de vidrio no llegan a cumplir con lo establecido en la NTP.

El ensayo granulométrico nos demostró que el tipo de suelo según SUCS es tipo ML lo cual influiría en la baja resistencia a la compresión del ladrillo artesanal.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda que se elaboren nuevos ensayos del tipo de suelo para que se clasifique un mejor suelo para elaborar los ladrillos de arcilla artesanales.

Se recomienda realizar ensayos con otros porcentajes de adición de fibra de vidrio, para mejorar la resistencia a la compresión del ladrillo.

Se recomienda utilizar fibra de vidrio en la arcilla de ladrillo artesanal para aligerar el peso y mejorar la temperatura al interior de las viviendas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arquiñigo, T. (2011). Propuesta para mejorar la calidad estructural de los ladrillos artesanales de arcilla cocida de Huánuco, (Tesis de pregrado) Pontificia Universidad Católica del Perú. Huánuco Perú. Recuperado de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/7627/ARQUI%20WILSON_CALIDAD_ESTRUCTURAL_LADRILLOS_ARTESANALES.pdf?sequence=1
- Barranzuela, L. (2014). Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la región Piura. (Tesis de pregrado). Universidad de Piura. Piura Perú. Recuperado de: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1755/ICI_199.pdf?sequence=1
- Castro, A. (2016). Las fibras de vidrio, acero y polipropileno en forma de hilachas, aplicadas como fibras de refuerzo en la elaboración de morteros de cemento. (Tesis de maestría). Universidad Técnica de Ambato, Ambato Ecuador. Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23307/1/Tesis%201019%20-%20Castro%20Aguirre%20Julio%20C%20A9sar.pdf>
- Díaz, J. & Bonilla, A. (2018). Modificación de mezclas asfálticas mediante fibras de vidrio lista para instalar. (Tesis de Doctorado). Girardot, Colombia. Universidad Piloto de Colombia - Seccional del Alto Magdalena. Recuperado de repositorio <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5708/MODIFICACION%20DE%20MEZCLAS%20ASFALTICAS%20MEDIANTE%20FIBRAS%20DE%20VIDRIO.pdf?sequence=1>

García, B. (2017). Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Puno. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional del Altiplano. Puno Perú. Recuperado de; http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5431/Garcia_Chambilla_Bleger_Freddy.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hernández, Fernandez & Baptista (2014). Metodología de la investigación. (5ta. Edición). México

Mantilla, A. (2017). Influencia de la fibra de vidrio tipo E en las propiedades mecánicas resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Nuevo Chimbote Perú recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10228?locale-attribute=en>

Norma Técnica Peruana 331.017. (2013.) Ladrillos usados en albañilería, Lima

Norma Técnica Peruana 339.185 (2002). AGREGADOS método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Lima – Perú. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/276112689/NTP-339-185-2002>

Norma Técnica Peruana 399.613. UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. Lima

Norma Técnica Peruana 400.012 (2013). AGREGADO análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima – Perú. Recuperado de Biblioteca Universidad Privada del Norte – Sede Cajamarca.

Norma Técnica Peruana 400.017 (2011). AGREGADOS método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados. Lima – Perú. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/343664826/NTP-400-017-2011-Agregados-Methodode-Ensayo-Para-Determinar-El-Peso-Unitario-Del-Agregado>

Norma Técnica Peruana 400.021 (2013). AGREGADOS método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. Lima – Perú. Recuperado de Biblioteca Universidad Privada del Norte – Sede Cajamarca.

Peñañiel, C. (2016) Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear vidrio reciclado molido en remplazo parcial del agregado fino. Ambato (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador, Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23038/1/Tesis%20%201011%20-%20Pe%C3%B1a%C3%B1iel%20Carrillo%20Daniela%20Alejandra.pdf>

Rivera, R. (2019). Comparación de la resistencia a la fractura de piezas dentarias endodonciadas restauradas con espigas de fibra de vidrio y fibra de cuarzo sometidos a fuerzas verticales in vitro, distrito de Chimbote, provincia del Santa, departamento de Ancash 2018. (Tesis de pregrado). Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Chimbote, Perú. Recuperado de http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/13094/RESISTENCIA_A_LA_FRACTURA_RIVERA_REYES_PATRICIA_KATHERINE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rojas, L. (2015). Estudio experimental para incrementar la resistencia de un concreto de $f'c=210$ kg/cm² adicionando un porcentaje de vidrio sódico

cálcico,(Tesis de pregrado) Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo Perú. Recuperado de:
http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/2040/1/RE_ING.CIVIL_JOSE.ROJAS_RESISTENCIA.DEUN.CONCRETO.VIDRIO.SODICO_DATOS_.PDF

Ruíz, F. (2015). Influencia de la adición de vidrio triturado en la resistencia a la compresión axial de un ladrillo de arcilla artesanal de Cajamarca. (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte Cajamarca Perú, Recuperado de:
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10524/Ru%C3%A1ndez%20Fern%C3%A1ndez%20Deisy%20Maricela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Santos, M. (2018). Efecto de la sustitución del agregado grueso por vidrio blanco en la resistencia del concreto. (Tesis de pregrado). Universidad San Pedro. Huaraz, Perú, Recuperado de:
http://200.48.38.121/bitstream/handle/USANPEDRO/11412/Tesis_61640.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Saumell, C. (2014). Casa Saumell. Obtenido de <http://www.casasaumell.com.ar/pdf/InformeTecnicoVidrio.pdf>

Tamayo y Tamayo, M. (2006). Técnicas de Investigación. (2ª Edición). México: Editorial Mc Graw Hill. Recuperado de
<https://www.univermedios.com/wp-content/uploads/2018/08/El-Proceso-De-La-Investigacion-Cientifica-Tamayo-Mario.pdf>

Vilca, M. (2019), Estudio técnico económico para la fabricación de postes de políester reforzado en fibra de vidrio como nueva alternativa en proyectos de electrificación rural. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano Puno Perú, Recuperado de:

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10456/Vilca_Turpo_Miguel_Edwin.pdf?sequence=1

Zoe, N. (2005). Caracterización de arcillas para fabricación de ladrillos artesanales (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, Guatemala. Recuperado de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2549_C.pdf

VIII. AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios por el logro de poder culminar el presente trabajo.

A mi Asesor de Tesis ing. Rubén López Carranza por el apoyo en la elaboración de este proyecto.

Al Jurado Dictaminador: Dr. Flores Reyes Gumercindo, Mag. Elencio Melchor Mejía Oncoy, Mag. Solar Jara Miguel y Dr. Rigoberto Cerna Chavez.

Al ingeniero Abel José Rodríguez por su apoyo.

A mi familia, por su apoyo constante.

IX. ANEXOS Y APÉNDICE

ANEXO Y APÉNDICE

ANEXOS

ANEXO 1

Conceptuación y operacionalización de la variable

Variable(s)	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores
Adición de fibra de vidrio	Es un material que se compone de muchos filamentos o hebras constante o interrumpido poliméricos de dióxido de Silicio (SiO ₂) extremadamente fino, que se usa como aislante térmico o sonoro y para otros usos.	Se procedió a la recepción de las hilachas de fibra de vidrio y se adicionará a la mezcla, el porcentaje adicionado será de 1%, 1,7%, 2,2% y 2,8%, se colocará en forma de hilos cortados y se mezclará con la arcilla.	Adición de fibra de vidrio	1,0% masa (vidrio/total) * 100
				1,7% masa (vidrio/total) * 100
				2,2% masa (vidrio/total) * 100
				2,8% masa (vidrio/total) * 100
Resistencia a la compresión.	Capacidad de un sólido para soportar el esfuerzo máximo a la compresión de fuerzas aplicadas sin quebrarse, deformarse o deteriorarse	La resistencia a la compresión se medió mediante ensayos de fractura de ladrillos con un tiempo de secado de 21 días, el ensayo se realizó con una máquina de compresión en unidades de PSI y Pa, iniciando con el ladrillo patrón y luego los ladrillos con fibra de vidrio.	Propiedades estructurales.	Patrón/mezcla adicionando 1%
				Patrón/mezcla adicionando 1,7%
				Patrón/mezcla adicionando 2,2%
				Patrón/mezcla adicionando 2,8%
				Masa patrón/masa adicionado con fibra de vidrio

Fuente: Elaboración propia, basado en el método del proyecto.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Diseño de la investigación	Variables
<p>General: ¿Cuál es el efecto de adicionar fibra de vidrio en la resistencia a la compresión de un ladrillo artesanal para la construcción de viviendas?</p>	<p>General: Determinar el efecto de la adición de fibra de vidrio en la resistencia a la compresión de un ladrillo artesanal para la construcción de viviendas.</p>	<p>General: La adición de fibra de vidrio aumenta la resistencia a la compresión de un ladrillo artesanal para la construcción de viviendas.</p>	<p>Tipo de investigación: Descriptivo, Experimental</p>	<p>V. I. Adición de fibra de vidrio.</p>
	<p>Específico: Caracterizar las propiedades físicas y químicas de la materia prima empleada para la elaboración de un ladrillo de arcilla. Caracterizar las propiedades físicas y químicas de la fibra de vidrio para la adición a un ladrillo artesanal. Diseñar ladrillos de arcilla adicionando fibra de vidrio con diferentes porcentajes. Determinar la resistencia a la compresión del ladrillo patrón sin adición de fibra de vidrio.</p>		<p>Diseño de investigación Experimental</p>	<p>V. D. Resistencia a la compresión .</p>

ANEXO 2

Contenido de humedad

Tabla 12
Contenido de humedad

MUESTRA N°	1	2	3
Peso recipiente (gr)	26.86	27.08	26.37
Peso recipiente + muestra húmeda (gr)	62.71	59.70	62.87
Peso recipiente + muestra seca (gr)	54.96	53.04	55.89
Peso muestra seca (gr)	28.10	25.96	29.52
Peso agua	7.75	6.66	6.98
Contenido de humedad (%)	27.58	25.66	23.65
Contenido de humedad promedio (%)	25.63		

Límite líquido y límite plástico

Tabla 13
Límite líquido y límite plástico

LÍMITE PLÁSTICO		
N° TARRO	4	5
Tara + Suelo húmedo	38.26	43.87
Tara + Suelo seco	36.17	41.58
Agua	2.09	2.29
Peso de tara	26.7	31.27
Peso del suelo seco	9.47	10.31
% de humedad	22.07	22.21

DIAGRAMA DE FLUIDEZ

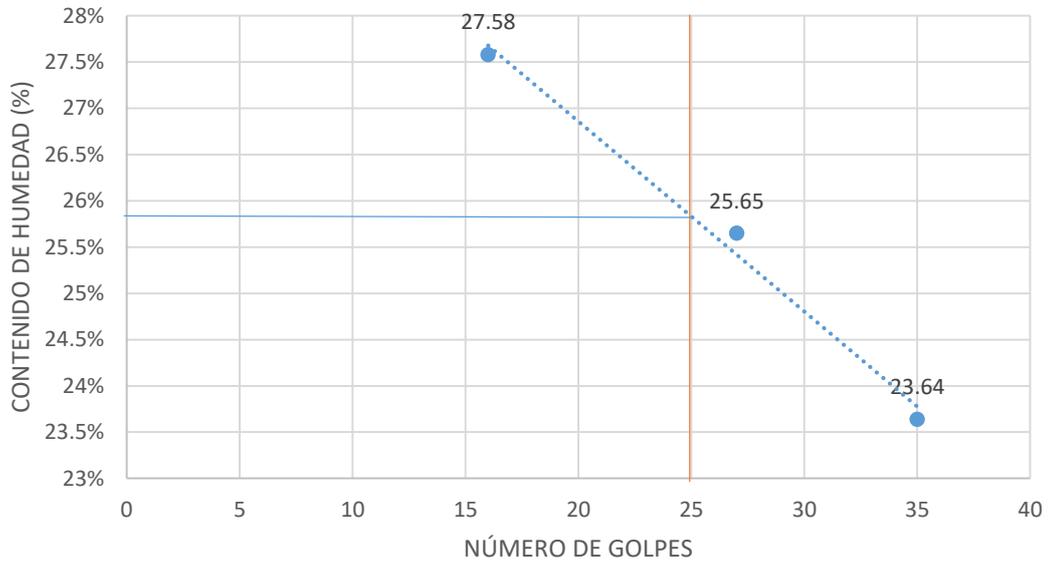


Tabla 14
Granulometría

TAMIZ	Abertura (mm).	Peso Retenido	Porcentaje % Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa
3 1/2"	80.89				
3"	76.2				
2 1/2"	63.5	0	0	0	100
2"	50.8	0	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	0	100
1"	25.4	0	0	0	100
3/4"	19.05	0	0	0	100
1/2"	12.7	17.5	0.77	0.77	99.23
3/8"	9.525	14.5	0.64	1.41	98.59
1/4"	6.325	36.5	1.61	3.02	96.98
# 4	4.76	96.5	4.25	7.27	92.73
# 10	2	37	1.63	8.9	91.1
# 16	1.19	116.5	5.14	14.04	85.96
# 20	0.84	91	4.01	18.05	81.95
# 30	0.6	32	1.41	19.46	80.54
# 40	0.42	303.5	13.38	32.84	67.16
# 50	0.3	50.5	2.23	35.07	64.93
# 60	0.177	50.5	2.23	37.3	62.7
# 100	0.15	140	6.17	43.47	56.53
# 200	0.075	121	5.34	48.81	51.19
< N° 200	FONDO	1161.00	51.19	100	0
Fracción		2103			
TOTAL		2268	100		

% Gravas	7,27
% Arenas	41,54
% Finos	51,19
Módulo de fineza	1,3

Fuente: Elaboración propia.

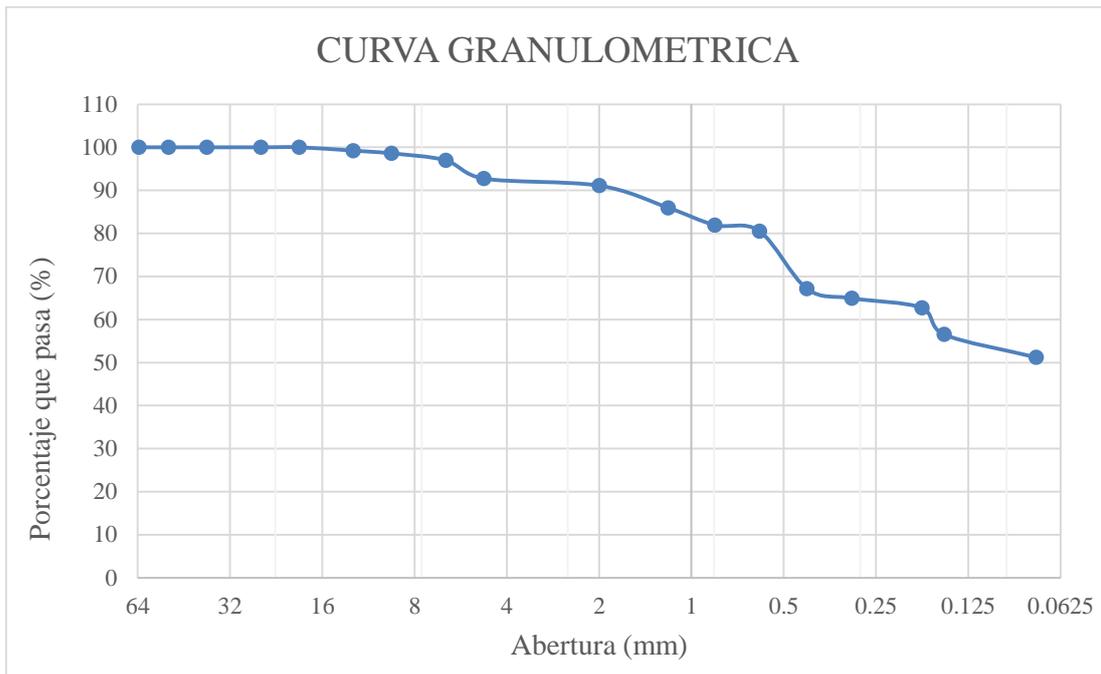


Figura 3: Curva granulométrica.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 15

Valores físicos de la muestra

VALORES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
Límite líquido (%)	25.8
Líquido plástico (%)	22.14
Índice de plasticidad (%)	3.66

Fuente: Elaboración propia.

Clasificación de materia prima según S.U.C.S.

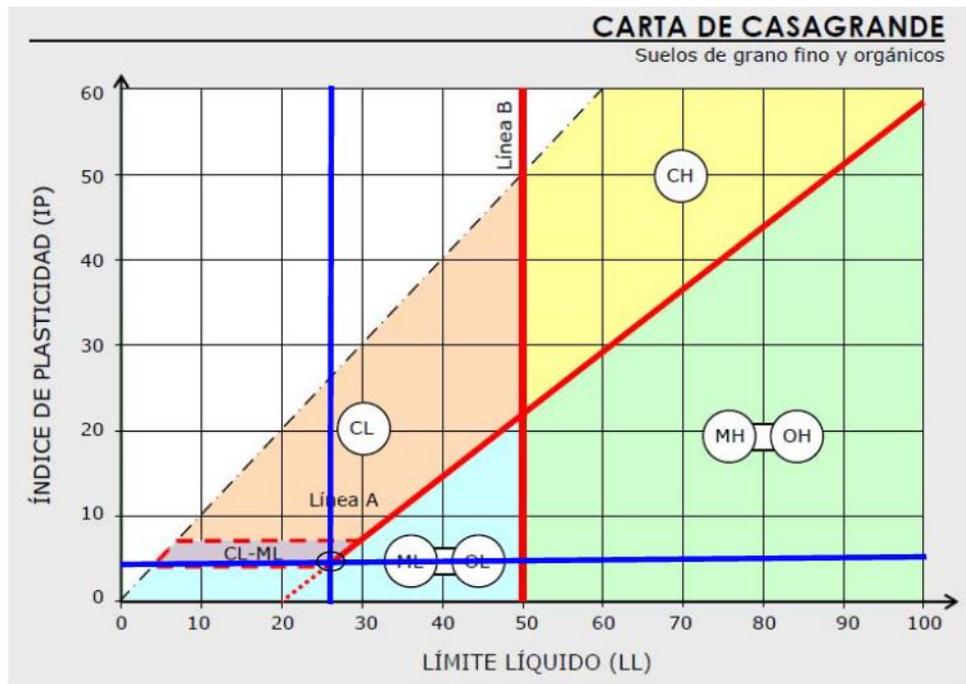


figura 4: Clasificación de materia prima según S.U.C.S.

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S)

Arcilla de plasticidad baja, con presencia de grava en 7,27%, arcillas arenas y arcillas limosas.

Arcilla Limosa ML.

Absorción.

Tabla 16
Absorción de muestras sin fibra de vidrio

Probeta N°	1	2	3	4	5
Peso seco Wd (Kg):	3.972	3.978	3.974	3.958	3.972
Peso saturado Ws (Kg):	4.101	4.236	4.222	4.314	4.238
Absorción (%)	3.247	6.485	6.24	8.994	6.696
Absorción promedio (%)	6,337				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17
Absorción de muestras con 1% de fibra de vidrio

Probeta N°	1	2	3	4	5
Peso seco Wd (Kg):	3.962	3.902	3.962	3.974	3.972
Peso saturado Ws (Kg):	4.304	4.448	4.370	4.218	4.420
Absorción (%)	8.632	13.992	10.297	6.139	11.278
Absorción promedio	10,069				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18
Absorción de muestras con 1,7% de fibra de vidrio

Probeta N°	1	2	3	4	5
Peso seco Wd (Kg):	3.942	3.912	3.990	3.910	3.994
Peso saturado Ws (Kg):	4.474	4.340	4.410	4.336	4.340
Absorción (%)	13.495	10.94	10.52	10.895	8.662
Absorción promedio (%)	10,902				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19
Absorción de muestras con 2,2% de fibras de vidrio

Probeta N°	1	2	3	4	5
Peso seco Wd (Kg):	3.966	3.976	3.980	3.940	3.968
Peso saturado Ws (Kg):	4.406	4.324	4.224	4.382	4.482
Absorción (%)	11.094	8.752	6.13	11.218	12.953
Absorción promedio (%)	10,029				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20
Absorción de muestras con 2,8% de fibra de vidrio

Probeta N°	1	2	3	4	5
Peso seco Wd (Kg):	3.912	3.920	3.982	3.942	3.924
Peso saturado Ws (Kg):	4.548	4.546	4.572	4.386	4.454
Absorción (%)	16.258	15.969	14.817	11.263	13.507
Absorción promedio (%)	14,362				

Fuente: Elaboración propia.

Alabeo

Tabla 21

Alabeo de muestras sin fibra de vidrio

Muestra	Alabeo de la Unidad	
	Concavidad	Convexidad
	mm	mm
1	1	0
2	2	0
3	4	0
4	1	2
5	2	0
6	3	1
7	2	0
8	2	0
9	2	1
10	4	0
Promedio	2.3	0.4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22
Alabeo de muestras con 1% de fibra de vidrio

Alabeo de la Unidad		
Muestra	Concavidad	Convexidad
	mm	mm
1	2	0
2	2	0
3	4	1
4	3	2
5	4	2
6	4	1
7	2	1
8	3	1
9	7	2
10	3	3
Promedio	3.4	1.3

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23
Alabeo de muestras con 1,7% de fibra de vidrio

Alabeo de la Unidad		
Muestra	Concavidad	Convexidad
	mm	mm
1	4	3
2	3	3
3	3	0
4	2	1
5	4	1
6	2	0
7	3	1
8	2	0
9	3	1
10	3	2
Promedio	2.9	1.2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24
Alabeo de muestras con 2,2% de fibra de vidrio

Alabeo de la Unidad		
Muestra	Concavidad	Convexidad
	mm	mm
1	3	3
2	6	3
3	1	0
4	6	0
5	5	3
6	1	1
7	2	2
8	6	1
9	5	2
10	2	2
Promedio	3.7	1.7

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25
Alabeo de muestras con 2,8% de fibra de vidrio

Alabeo de la Unidad		
Muestra	Concavidad	Convexidad
	mm	mm
1	6	2
2	2	1
3	5	2
4	2	1
5	5	3
6	3	1
7	2	0
8	9	0
9	4	0
10	3	1
Promedio	4.1	1.1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26
Clasificación de alabeo según norma E.070

Muestra	Alabeo de la Unidad		Clasificación Norma E.070
	Concavidad (mm)	Convexidad (mm)	
Sin Vidrio	2.3	0.4	Tipo V
1% de Vidrio	3.4	1.3	Tipo IV
1.7% de Vidrio	2.9	1.2	Tipo V
2.2% de Vidrio	3.7	1.7	Tipo IV
2.8% de Vidrio	4.1	1.1	Tipo IV

Fuente: Elaboración propia.

Succión

Tabla 27
Succión de muestras sin fibra de vidrio

MUESTRA	Largo(cm)	Ancho (cm)	Peso seco(gr)	Peso Húmedo(gr)	Succión(gr)
1	23.5	13.4	3912	3960	21.005
2	23.5	13.2	3994	4136	32.024
3	23.5	13.3	3912	4252	30.251
4	23.5	13.1	3998	4348	38.439
5	23.5	13.2	3906	3978	54.899
Promedio					35.324

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28
Succión de muestras con 1% de fibra de vidrio.

MUESTRA	Largo(cm)	Ancho (cm)	Peso seco(gr)	Peso húmedo(gr)	Succión(gr)
1	21.5	12.4	3962	4034	54.014
2	21.5	12.2	3902	3950	36.599
3	21.5	12.3	3914	3974	45.377
4	21.5	12.1	3974	4030	43.052
5	21.5	12.2	3972	4124	39.649
Promedio					43.738

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29

Succión de muestras con 1.7% de fibra de vidrio

MUESTRA	Largo(cm)	Ancho	Peso	Peso	Succión(gr)
		(cm)	seco(gr)	húmedo(gr)	
1	22	12.9	3994	4096	1.409
2	21.9	12.9	3924	4170	32.565
3	21.9	12.4	3904	4058	39.77
4	22	12.5	3966	4168	1.455
5	21.9	12.7	3916	4060	31.64
Promedio					21.368

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30

Succión de muestras con 2.2% de fibra de vidrio

MUESTRA	Largo(cm)	Ancho	Peso	Peso	Succión(gr)
		(cm)	seco(gr)	húmedo(gr)	
1	21.4	12.3	3984	4020	27.354
2	21.9	12.4	3918	4156	27.986
3	21.9	12.4	3994	4170	55.973
4	21.8	12.3	3960	4004	32.819
5	21.8	12.2	3990	4148	43.616
Promedio					37.549

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31

Succión de muestras con 2.8% de fibra de vidrio

MUESTRA	Largo(cm)	Ancho	Peso	Peso	Succión(gr)
		(cm)	seco(gr)	húmedo(gr)	
1	21.9	12.3	3968	4026	43.063
2	21.9	12.3	3930	4044	84.642
3	21.9	12.4	3980	4174	-151.716
4	21.9	12.3	3962	4062	74.247
5	21.8	12.3	3944	4154	82.047
Promedio					26.457

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32
Succión clasificación según norma ITINTEC 331.017

Muestra	Succión	Clasificación por norma
	Succión promedio (gr)	
Sin vidrio	35.32	Tipo V
1% de vidrio	43.74	Tipo V
1.7% de vidrio	21.37	No clasifica
2.2% de vidrio	37.55	Tipo V
2.8% de vidrio	26.46	No clasifica

Fuente: Elaboración propia.

Compresión axial

Tabla 33
Muestra patrón sin fibras de vidrio, resistencia a la compresión axial

Probeta N°	1	2	3	4	5
Fecha de rotura:	30/11/2018	30/11/2018	30/11/2018	30/11/2018	30/11/2018
Edad:	21	21	21	21	21
Espesor (cm):	76	75	76	74	77
Área (cm ²):	310.47	318.92	312.55	308.88	310.7
Carga ultima (Kg):	12060	10750	9620	11405	10185
Resistencia (Kg/cm ²):	38.844333	33.707513	30.779075	36.923724	32.780818
Resistencia promedio (f°c):	34.61kg/cm ²				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34
Muestra patrón sin fibras de vidrio, resistencia

Probeta N°	1	2	3	4	5
Fecha de rotura:	30/11/2018	30/11/2018	30/11/2018	30/11/2018	30/11/2018
Edad:	21	21	21	21	21
Espesor (cm):	76	75	76	74	77
Área (cm2):	314.9	310.2	312.55	314.9	310.2
Carga ultima (Kg):	11790	12910	12060	12350	12485
Resistencia (Kg/cm2):	37.44045729	41.618311	38.585826	39.2188	40.248227
Resistencia promedio (f'c):		39,42kg/cm2			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35
Muestra con 1,7% de fibra de vidrio, resistencia a la compresión axial

Probeta N°	1	2	3	4	5
Fecha de rotura:	30/11/2018	30/11/2018	30/11/2018	30/11/2018	30/11/2018
Edad:	21	21	21	21	21
Espesor (cm):	76	75	76	74	77
Área (cm2):	301.3	317.87	315.48	299	315.48
Carga ultima (Kg):	12600	11540	10100	12070	10820
Resistencia (Kg/cm2):	41.81878526	36.304149	32.014708	40.367893	34.296944
Resistencia promedio (f'c):		36,962kg/cm2			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36

Muestra con 2.2% de fibra de vidrio, resistencia a la compresión axial

Probeta N°	1	2	3	4	5
Fecha de rotura:	30/11/2018	30/11/2018	30/11/2018	30/11/2018	30/11/2018
Edad:	21	21	21	21	21
Espesor (cm):	76	75	76	74	77
Área (cm ²):	311.22	320.26	320.26	316.54	314.16
Carga ultima (Kg):	7490	11010	9450	9250	10230
Resistencia (Kg/cm ²):	24.0665767	34.3783176	29.50727534	29.2222152	32.56302521
Resistencia promedio (f'c):	29,95kg/cm ²				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37

Muestra con 2.8% de fibra de vidrio, resistencia a la compresión axial

Probeta N°	1	2	3	4	5
Fecha de rotura:	30/11/2018	30/11/2018	30/11/2018	30/11/2018	30/11/2018
Edad:	21	21	21	21	21
Espesor (cm):	76	75	76	74	77
Área (cm ²):	312.55	315.21	312.22	311.22	316.24
Carga ultima (Kg):	10750	11290	9720	11020	10505
Resistencia (Kg/cm ²):	34.39449688	35.8173916	31.13189418	35.40903541	33.21844169
Resistencia promedio (f'c):	33.99kg/cm ²				

Fuente: Elaboración propia.

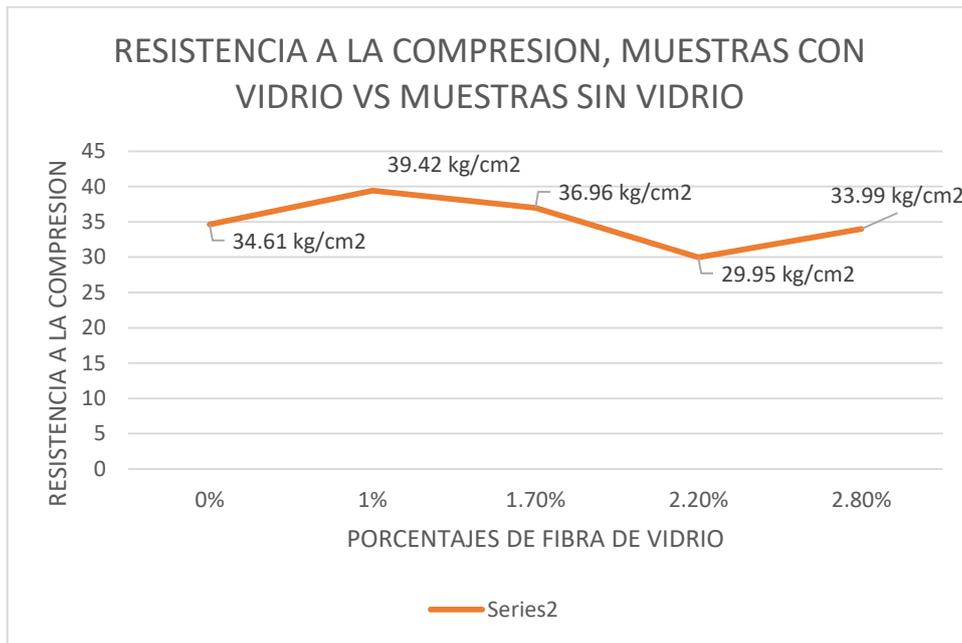


Figura 5: Resistencia a la compresión. Valor teórico según NTP: 50 kg/cm².

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 4

PANEL FOTOGRÁFICO

Ladrillera Lázaro ubicada en el centro poblado de San Nicolas, caserío de Chihuipampa, provincia de Huaraz. Y se recolecto muestras de arcilla que se utilizará en la investigación de los siguientes ensayos.



Fuente: Elaboración propia.



Figura N°01: Material para la elaboración de ladrillos de arcilla.
Fuente: Elaboración propia.



Figura N°02: Selección de material para la elaboración de ladrillos de arcilla.
Fuente: Elaboración propia.



Figura N°03: Moldes para el moldeado de los ladrillos de arcilla.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°04: Toma de muestras de arcilla en las taras para el contenido de humedad y secado en el horno por 24 horas.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°05: Ensayo de la granulometría de la arcilla.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°06: Ensayo de limite líquido, en la copa de casa grande en el laboratorio de la universidad San Pedro.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°07: Pesado de la muestra para el límite plástico.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°08: Comprando la fibra de vidrio.

Figura: Elaboración propia.



Figura N°09: Pesado de la fibra de vidrio según porcentaje.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°10: Mesclado de la fibra de vidrio con la arcilla.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°11: Moldeado de la mezcla.

Fuente: Elaboración propia

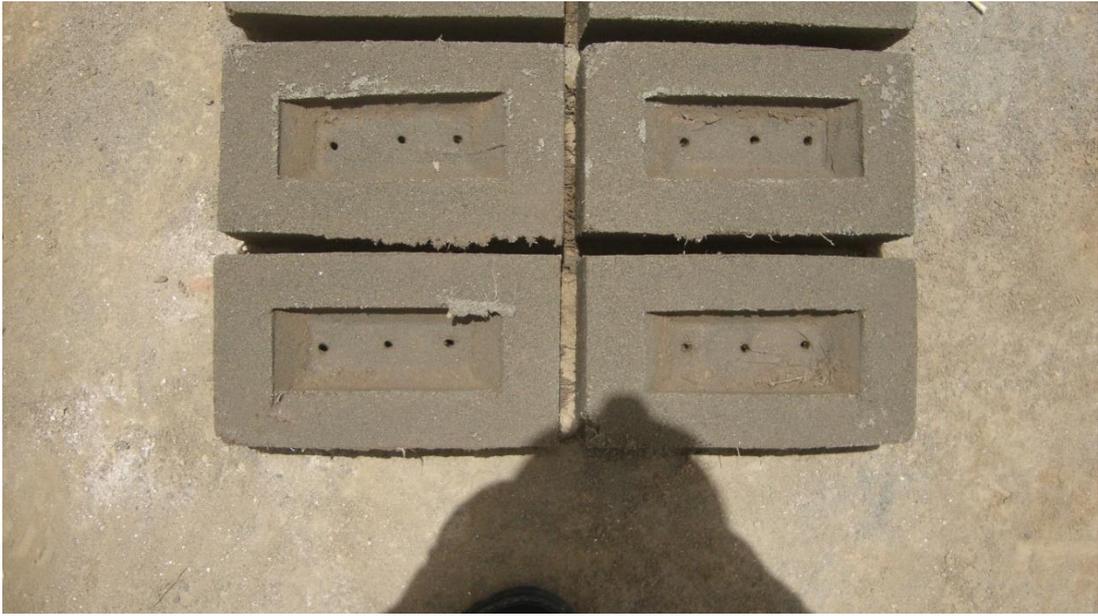


Figura N°12: Enrazado de la mezcla de arcilla.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°13: Muestras con 1%, 1.7%, 2.2% y 2.8% de fibra de vidrio.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 14: Muestras con 1%, 1.7%, 2.2% y 2.8% de fibra de vidrio





Fuente: Elaboración propia.



Figura N°15: Quemado de las muestras.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°16: Quemado de las muestras.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°17: Obtención de los ladrillos quemados.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°18: Almacenamiento de los ladrillos quemados.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°19: Pesado de las muestras.

Fuente: Elaboración propia



Figura N°20: Muestras sumergidas en el agua.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°21: Capiado o refrenado de las muestras.



Fuente: Elaboración propia.



Figura N°22: Muestras apiladas para su rotura.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°23: Muestras sometidas al ensayo de rotura.

Fuente: Elaboración propia.

APENDICE

Testeo de ladrillo

Aspectos Visuales

Tabla 38
Muestras sin fibra de vidrio

Muestra N°	CARACTERÍSTICAS					
	DIMENSIONES			Peso (Kg)	Textura	Color
	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alto (cm)			
1	23.7	13.1	7.6	3.934	Rugosa	Naranja
2	23.8	13.4	7.5	3.995	Rugosa	Naranja
3	23.5	13.3	7.6	3.923	Rugosa	Naranja
4	23.4	13.2	7.4	3.887	Rugosa	Naranja
5	23.9	13.0	7.7	3.904	Rugosa	Naranja

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39
Muestras con 1% de fibra de vidrio

MUESTRA	CARACTERÍSTICAS					
	DIMENSIONES			Peso (Kg)	Textura	Color
	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alto (cm)			
1	23.5	13.4	7.0	3.849	Rugosa	Naranja
2	23.5	13.2	7.1	3.861	Rugosa	Naranja
3	23.5	13.3	7.1	4.006	Rugosa	Naranja
4	23.5	13.4	7.1	3.896	Rugosa	Naranja
5	23.5	13.2	7.1	3.915	Rugosa	Naranja

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40
Muestra con 1,7% de fibra de vidrio

CARACTERÍSTICAS						
MUESTRA	DIMENSIONES			Peso (Kg)	Textura	Color
	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alto (cm)			
1	23.0	13.1	7.8	3.813	Rugosa	Naranja
2	23.9	13.3	7.5	3.921	Rugosa	Naranja
3	23.9	13.2	7.8	3.996	Rugosa	Naranja
4	23.0	13.0	7.9	3.750	Rugosa	Naranja
5	23.9	13.2	7.8	3.759	Rugosa	Naranja

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41
Muestra con 2,2% de fibra de vidrio

CARACTERÍSTICAS						
MUESTRA	DIMENSIONES			Peso (Kg)	Textura	Color
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)			
1	23.4	13.3	7.6	3.654	Rugosa	Naranja
2	23.9	13.4	7.6	3.646	Rugosa	Naranja
3	23.9	13.4	7.8	3.770	Rugosa	Naranja
4	23.8	13.3	7.4	3.743	Rugosa	Naranja
5	23.8	13.2	7.3	3.721	Rugosa	Naranja

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42
Muestra con 2,8% de fibra de vidrio

CARACTERÍSTICAS						
MUESTRA	DIMENSIONES			Peso (Kg)	Textura	Color
	Largo (cm)	Ancho(cm)	Alto (cm)			
1	23.5	13.3	7.5	3.882	Rugosa	Naranja
2	23.7	13.3	7.6	3.525	Rugosa	Naranja
3	23.3	13.4	7.5	3.543	Rugosa	Naranja
4	23.4	13.3	7.5	3.552	Rugosa	Naranja
5	23.6	13.4	7.6	3.848	Rugosa	Naranja

Fuente: Elaboración propia.

Absorción.

Tabla 43
Absorción de muestras sin fibra de vidrio

Muestras	Absorción promedio (%)
Sin vidrio	6,34

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44
Absorción de muestras con fibra de vidrio

Muestras Con fibra de vidrio	Absorción promedio (%)
1% de vidrio	10,07
1.7% de vidrio	10,90
2.2% de vidrio	10,03
2.8% de vidrio	14,36

Fuente: Elaboración propia.

Alabeo

Tabla 45
Alabeo de muestras sin fibra de vidrio

MUESTRA	ALABEO PROMEDIO	
	Concavidad (mm)	Convexidad (mm)
Sin vidrio	2.3	0.4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46
Alabeo de muestras con fibra de vidrio

MUESTRA	Alabeo Promedio	
	Concavidad (mm)	Convexidad (mm)
Con fibra de vidrio		
1% de vidrio	3.4	1.3
1.7% de vidrio	2.9	1.2
2.2% de vidrio	3.7	1.7
2.8% de vidrio	4.1	1.1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47
Alabeo clasificación según norma E.070

Alabeo de la Unidad			
Muestra	Concavidad (mm)	Convexidad (mm)	Clasificación norma E.070
Sin fibra de vidrio	2.3	0.4	Tipo V
1% de vidrio	3.4	1.3	Tipo IV
1.7% de vidrio	2.9	1.2	Tipo V
2.2% de vidrio	3.7	1.7	Tipo IV
2.8% de vidrio	4.1	1.1	Tipo IV

Fuente: Elaboración propia.

Succión

Tabla 48

Muestra sin fibra de vidrio

Muestra	Succión promedio (mm)
Sin fibra de vidrio	43.74

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49

Succión, muestra con fibra de vidrio

Muestra (Con fibra de vidrio)	Succión promedio
1% de vidrio	43.74
1,7% de vidrio	21.37
2,2% de vidrio	37.55
2,8% de vidrio	26.46

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50

Succión clasificación según norma ITINTEC 331.017

Succión		Clasificación por norma
Muestra	Succión promedio	
Sin vidrio	35.32	Tipo V
1% de vidrio	43.74	Tipo III
1,7% de vidrio	21.37	Tipo V
2,2% de vidrio	37.55	Tipo V
2,8% de vidrio	26.46	Tipo V

Fuente: Elaboración propia.



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

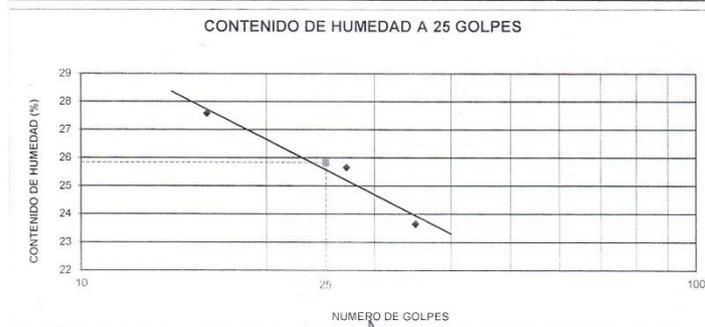
LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40
(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	"Propuesta de Ladrillo Artesanal con Adicion de Fibras de Vidrio para Construcion de Viviendas "		
SOLICITA:	Bach. MARTINEZ FERNANDEZ Eli Rodolfo		
DISTRITO:	HUARAZ	HECHO	USP
PROVINCIA:	HUARAZ	FECHA	18/08/2020
		FORMATO	

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: N° 01
MUESTRA	: N° 01 SUELOS
PROF. (m)	:

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		29	25	6
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	62.71	59.70	62.87
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	54.96	53.04	55.89
PESO DE AGUA	(g)	7.75	6.66	6.98
PESO DEL TARRO	(g)	26.86	27.08	26.37
PESO DEL SUELO SECO	(g)	28.10	25.96	29.52
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.58	25.65	23.64
NUMERO DE GOLPES		16	27	35

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		4	5	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	38.20	43.87	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	36.17	41.58	
PESO DE AGUA	(g)	2.09	2.29	
PESO DEL TARRO	(g)	26.70	31.27	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.47	10.31	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	22.07	22.21	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	25.83
LIMITE PLASTICO	22.14
INDICE DE PLASTICIDAD	3.69

UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS
Y ENSAYOS DE MATERIALES

Ing. Josés Ernesto Sotelo Montes
CIP: 70761
JEFE

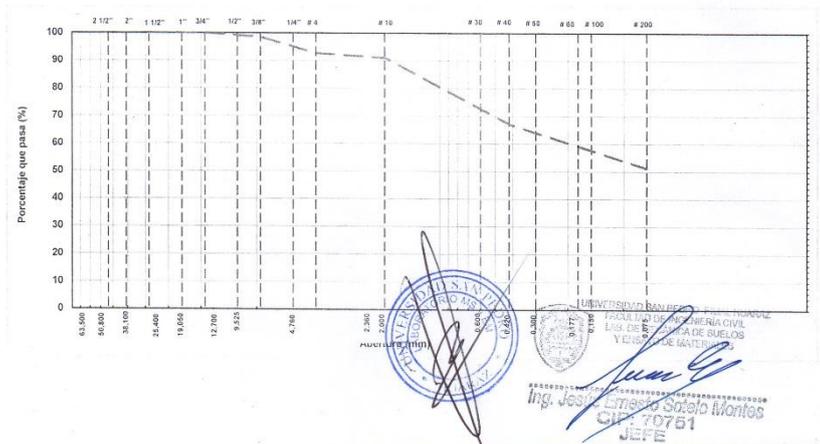
RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320
CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810
 Nuevo Chimbote Av. Pacifico y Anchoqueta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826
OFICINA DE ADMISIÓN: Esq. Águirre y Espinar - Teléfono.: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO									
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, MTC E 204)									
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS									
TESIS :	"Propuesta de Ladrillo Artesanal con Adicion de Fibras de Vidrio para Construcion de Viviendas"								
SOLICITA :	Bach. MARTINEZ FERNANDEZ Eli Rodolfo								
ELEMENTO :	Suelos				HECHO POR :		Lab. U.S.P		
CANTERA :					ING. RESP. :		J.S.M		
PROG (KM.) :					FECHA :		18-Ago-20		
DATOS DE LA MUESTRA									
CALICATA :	1				TAMAÑO MAXIMO :		3/4"		
MUESTRA :	01 SUELOS				PESO INICIAL :		2,268.0 g		
KM. :					FRACCION LAVADA SECA :		2,103.0		
PROFUND. :	1 2								
TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	FORMULA DE	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
	mm	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	% QUE PASA	HURO B	TRABAJO		
3 1/2"	90.00								
3"	76.200								
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0			%Peso Piedra: 7.3%	
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0			% Peso arena: 92.7%	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0			Limite Liquido (LL): 15.83	
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0			Limite Plastico (LP): 22.14	
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0			Indice Plastico (IP): 3.69	
1/2"	12.700	17.6	0.8	0.8	99.2			Clasificacion(SUCS): ML	
3/8"	9.525	14.5	0.6	1.4	98.6			Clasific (AASHTO): A-4 (3)	
1/4"	6.325	36.5	1.6	3.0	97.0			% Humedad: 6.3%	
# 4	4.750	96.5	4.3	7.3	92.7				
# 10	2.000	37.0	1.6	9.9	91.1				
# 16	1.190	116.5	5.1	14.0	86.0				
# 20	0.840	91.0	4.0	18.1	81.9				
# 30	0.600	32.0	1.4	19.5	80.5				
# 40	0.420	303.5	13.4	32.9	67.2			OBSERVACIONES :	
# 50	0.300	50.5	2.2	35.1	64.9				
# 60	0.177	50.5	2.2	37.3	62.7				
# 100	0.150	140.0	6.2	43.5	56.5				
# 200	0.075	121.0	5.3	48.8	51.2				
< N° 200	FONDO	1,161.0	51.2	100					
FRACCION				2,103.0					
TOTAL				2,268.0					

CURVA GRANULOMETRICA



RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320
 CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810
 Nuevo Chimbote Av. Pacifico y Anchoyeta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826
 OFICINA DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono.: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLOS

SOLICITA: Bach. MARTINEZ FERNANDEZ Eli Rodolfo

TESIS : "Propuesta de Ladrillo Artesanal con Adicion de Fibras de Vidrio para Construccion de Viviendas "

FECHA: 18/08/2020

F' C : 50 Kg/Cm2

Nº	TESTIGO	FECHA		EDAD	FC	FC/F' C
	ELEMENTO	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm2	(%)
1	LADRILLO PATRON	24/07/2020	14/08/2020	21	38.6	77.2
2	LADRILLO PATRON	24/07/2020	14/08/2020	21	34.4	68.8
3	LADRILLO PATRON	24/07/2020	14/08/2020	21	30.8	61.6
4	LADRILLO PATRON	24/07/2020	14/08/2020	21	36.5	73.0
5	LADRILLO PATRON	24/07/2020	14/08/2020	21	32.6	65.2

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los ladrillos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARI
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LAB. DE MECANICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Jesús Cárdeno Sotelo Montes
CIP: 70751
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLOS

SOLICITA : Bach. MARTINEZ FERNANDEZ Eli Rodolfo

TESIS : "Propuesta de Ladrillo Artesanal con Adicion de Fibras de Vidrio para Construccion de Viviendas "

FECHA: 18/08/2020

F' C : 50 Kg/Cm2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	FECHA		EDAD DÍAS	FC Kg/cm2	FC/F' C (%)
		MOLDEO	ROTURA			
1	LADRILLO CON ADICION 1% DE FIBRA DE VIDRIO	24/07/2020	14/08/2020	21	37.8	75.5
2	LADRILLO CON ADICION 1% DE FIBRA DE VIDRIO	24/07/2020	14/08/2020	21	41.3	82.7
3	LADRILLO CON ADICION 1% DE FIBRA DE VIDRIO	24/07/2020	14/08/2020	21	38.6	77.2
4	LADRILLO CON ADICION 1% DE FIBRA DE VIDRIO	24/07/2020	14/08/2020	21	39.5	79.1
5	LADRILLO CON ADICION 1% DE FIBRA DE VIDRIO	24/07/2020	14/08/2020	21	40.0	80.0

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los ladrillos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CAL HUAQUIZ
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LAB. DE INVESTIGACION DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Jasu Ernesto Salejo Montas
CIP: 70761
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLOS

SOLICITA: Bach. MARTINEZ FERNANDEZ EII Rodolfo

TESIS : "Propuesta de Ladrillo Artesanal con Adicion de Fibras de Vidrio para Construccion de Viviendas "

FECHA: 18/08/2020

F' C : 50 Kg/Cm2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F' C (%)
		MOLDEO	ROTURA			
1	LADRILLO CON ADICION 1.7% DE FIBRA DE VIDRIO	24/07/2020	14/08/2020	21	40.3	80.7
2	LADRILLO CON ADICION 1.7% DE FIBRA DE VIDRIO	24/07/2020	14/08/2020	21	37.0	73.9
3	LADRILLO CON ADICION 1.7% DE FIBRA DE VIDRIO	24/07/2020	14/08/2020	21	32.3	64.7
4	LADRILLO CON ADICION 1.7% DE FIBRA DE VIDRIO	24/07/2020	14/08/2020	21	38.6	77.3
5	LADRILLO CON ADICION 1.7% DE FIBRA DE VIDRIO	24/07/2020	14/08/2020	21	34.6	69.3

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los ladrillos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.




UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FILIAL HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAB. DE MECANICA DE SUELOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES


 Ing. Jesus Ernesto Sotelo Montes
 CIP: 70761
 JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLOS

SOLICITA: Bach. MARTINEZ FERNANDEZ Eli Rodolfo

TESIS : "Propuesta de Ladrillo Artesanal con Adicion de Fibras de Vidrio para Construccion de Viviendas "

FECHA: 18/08/2020

F' C : 50 Kg/Cm2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F' C (%)
		MOLDEO	ROTURA			
1	LADRILLO CON ADICION 2.2% DE FIBRA DE VIDRIO	24/07/2020	14/08/2020	21	24.0	48.0
2	LADRILLO CON ADICION 2.2% DE FIBRA DE VIDRIO	24/07/2020	14/08/2020	21	35.3	70.5
3	LADRILLO CON ADICION 2.2% DE FIBRA DE VIDRIO	24/07/2020	14/08/2020	21	30.3	60.5
4	LADRILLO CON ADICION 2.2% DE FIBRA DE VIDRIO	24/07/2020	14/08/2020	21	29.6	59.2
5	LADRILLO CON ADICION 2.2% DE FIBRA DE VIDRIO	24/07/2020	14/08/2020	21	32.8	65.5

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los ladrillos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE HUANCABAMBA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LAB. DE MECANICA DE SUELOS
Y ENSAYOS DE MATERIALES
Ing. Justo Ernesto Sotelo Montes
CIP: 70751
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LADRILLOS

SOLICITA: Bach. MARTINEZ FERNANDEZ Eli Rodolfo

TESIS : "Propuesta de Ladrillo Artesanal con Adicion de Fibras de Vidrio para Construccion de Viviendas "

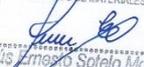
FECHA: 18/08/2020

F' C : 50 Kg/Cm2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F' C (%)
		MOLDEO	ROTURA			
1	LADRILLO CON ADICION 2.8% DE FIBRA DE VIDRIO	24/07/2020	14/08/2020	21	34.4	68.8
2	LADRILLO CON ADICION 2.8% DE FIBRA DE VIDRIO	24/07/2020	14/08/2020	21	36.2	72.3
3	LADRILLO CON ADICION 2.8% DE FIBRA DE VIDRIO	24/07/2020	14/08/2020	21	31.1	62.2
4	LADRILLO CON ADICION 2.8% DE FIBRA DE VIDRIO	24/07/2020	14/08/2020	21	35.3	70.6
5	LADRILLO CON ADICION 2.8% DE FIBRA DE VIDRIO	24/07/2020	14/08/2020	21	33.6	67.3

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los ladrillos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO - FABIAN HUAREZ
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 LAB. DE INVESTIGACION DE CIELOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES

 Ing. Jesús Ernesto Sotelo Montez
 C.R. 70751
 JEFE