



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal con
incorporación de silicato de sodio cálcico reciclado para
viviendas unifamiliares, Moyobamba - 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Saldaña Canlla, Luis Adolfo (ORCID: 0000-0002-6917-7248)

ASESORA:

Mg. Ing. Lavado Enriquez, Juana Maribel (ORCID: 0000-0001-9852-4651)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

MOYOBAMBA - PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedico esta investigación principalmente a mi mamá Selfa Canlla Sánchez, por ser el motor y motivo para cumplir todas mis metas. A mi papá Wilder Saldaña Rivas, por formar mis cimientos y ser el pilar fundamental de mi vida. A mis hermanos Percy Saldaña Canlla e Iris Liseth Saldaña Canlla, por estar ahí con cada palabra de aliento.

Luis Adolfo, Saldaña Canlla

Agradecimiento

Agradezco a Dios ante todo, por darme la dicha de vivir este momento en compañía de mi familia. A mis padres, por todos los valores inculcados, por el tiempo de calidad y las enseñanzas brindadas. A mi asesora Mg. Ing. Juana Maribel Lavado Enriquez, por su paciencia, dedicación y profesionalismo. Y a cada uno de los ingenieros que estuvieron presentes desde el inicio de mi carrera profesional.

Luis Adolfo, Saldaña Canlla

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MARCO TEÓRICO.....	11
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo y diseño de investigación.	19
3.2. Variables y operacionalización.....	20
3.3. Población, muestra y muestreo.....	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	25
3.5. Procedimientos.	25
3.6. Método de análisis de datos.	26
3.7. Aspectos éticos.....	26
IV. RESULTADOS.....	27
V. DISCUSIÓN.....	37
VI. CONCLUSIONES.....	38
VII. RECOMENDACIONES.....	39
REFERENCIAS	
ANEXOS	
Matriz de consistencia	
Instrumentos de recolección de datos validados	
Informe de laboratorio de mecánica de suelos	
Actas	
Ficha de similitud del Turnitin	
Panel fotográfico	

Índice de tablas

Tabla 1. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.....	19
Tabla 2. Cantidad de muestras.....	24
Tabla 3. Composición de la arcilla.....	27
Tabla 4. Contenido de humedad de la arcilla.....	27
Tabla 5. Límites de consistencia.....	28
Tabla 6. Dosificación de proporciones.....	28
Tabla 7. Resistencia a la compresión ladrillo convencional.....	29
Tabla 8. Resistencia a la compresión ladrillo con adición de 5% de silicato de sodio cálcico reciclado.....	29
Tabla 9. Resistencia a la compresión ladrillo con adición de 10% de silicato de sodio cálcico reciclado.....	30
Tabla 10. Resistencia a la compresión ladrillo con adición de 15% de silicato de sodio cálcico reciclado.....	30
Tabla 11. Comparación de la resistencia a la compresión ladrillo.....	31
Tabla 12. Resistencia a la compresión de los prismas de ladrillo convencional...	32
Tabla 13. Comparación de resultados de prismas de ladrillo convencional.....	32
Tabla 14. Resistencia a la compresión de los prismas de ladrillo con adición de 5% de silicato de sodio cálcico reciclado (f'm).....	32
Tabla 15. Comparación de resultados de prismas de ladrillo con adición de 5% de silicato de sodio cálcico reciclado.....	33
Tabla 16. Resistencia a la compresión de los prismas de ladrillo con adición de 10% de silicato de sodio cálcico reciclado (f'm).....	33
Tabla 17. Comparación de resultados de prismas de ladrillo con adición de 10% de silicato de sodio cálcico reciclado.....	33
Tabla 18. Resistencia a la compresión de los prismas de ladrillo con adición de 15% de silicato de sodio cálcico reciclado (f'm).....	34
Tabla 19. Comparación de resultados de prismas de ladrillo con adición de 15% de silicato de sodio cálcico reciclado.....	34
Tabla 20. Comparación de los resultados de la resistencia a la compresión de prismas de ladrillo	35
Tabla 21. Análisis de costo unitario del ladrillo con silicato.....	35
Tabla 22. Análisis de costo unitario del ladrillo con y sin silicato.....	36

Índice de figuras

Figura 1. Ciclo de reciclaje del vidrio.....	11
Figura 2. Tipos de unidades de albañilería.....	14

Resumen

El presente trabajo de investigación, cuyo título es “Comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado para viviendas unifamiliares, Moyobamba – 2020”, el cual se desarrolló durante los meses de abril a diciembre del 2020, tuvo como objetivo analizar la influencia del comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado para viviendas unifamiliares. Siendo una investigación cuantitativa de tipo aplicada con un diseño experimental, para ello se utilizó una muestra de 40 ladrillos de tipo perforado, siendo los instrumentos de recolección de datos las fichas normalizadas de acuerdo a la Norma E.070, Norma Técnica Peruana 331.017, 331.019 y 399.613. Teniendo como resultados que la arcilla utilizada es inorgánica de plasticidad baja, el cual presenta una granulometría de 0.00% de grava, 19.85% de arena y 80.15% de fino, con un contenido de humedad de 16.33%, con un índice de plasticidad de 18.45%. Así mismo, el diseño de mezcla de un ladrillo de arcilla con incorporación del 10% de silicato de sodio cálcico reciclado se compone de 2.70kg de arcilla, 1.04 litros de agua y 0.41kg de silicato de sodio cálcico reciclado. Así como también, se tuvo una resistencia a la compresión del ladrillo convencional de 41.59kg/cm², del ladrillo con adición del 5% de silicato de sodio de 51.37kg/cm², del ladrillo con adición del 10% de silicato de sodio de 65.31kg/cm² y del ladrillo con adición del 15% de silicato de sodio de 52.26kg/cm². Del mismo modo, se tuvo una resistencia a la compresión de prismas con ladrillo convencional de 16.34kg/cm², prismas de ladrillo con adición del 5% de silicato de sodio de 21.37kg/cm², prismas de ladrillo con adición del 10% de silicato de sodio de 37.08kg/cm² y prismas de ladrillo con adición del 15% de silicato de sodio de 30.23kg/cm². Y, en cuanto a la comparación económica, se analizó que elaborar un ladrillo de arcilla convencional y un ladrillo con incorporación del 10% de silicato de sodio cuesta S/ 0.67.

Concluyendo que los ladrillos de arcilla con adición del 10% de silicato de sodio cálcico reciclado presentan mejores propiedades mecánicas de resistencia a la compresión y compresión de prismas, en comparación a las de los ladrillos de arcilla convencionales.

Palabras clave: ladrillo, arcilla, silicato de sodio cálcico reciclado, resistencia a la compresión.

Abstract

The present research work, whose title is "Mechanical behavior of artisan clay brick with the incorporation of recycled Sodium Calcium Silicate for single-family homes, Moyobamba - 2020", which was developed during the months of April to December 2020, had as Objective to analyze the influence of the mechanical behavior of artisan clay brick with the incorporation of recycled Sodium Calcium Silicate for single-family homes. Being a quantitative research of an applied type with an experimental design, for this a sample of 40 perforated type bricks was used, the data collection instruments being the standardized sheets according to Standard E.070, Peruvian Technical Standard 331.017, 331.019 and 399,613. Having as results that the clay used is inorganic with low plasticity, which has a granulometry of 0.00% gravel, 19.85% sand and 80.15% fine, with a moisture content of 16.33%, with a plasticity index of 18.45 %. Likewise, the mix design of a clay brick incorporating 10% recycled sodium calcium silicate is composed of 2.70kg of clay, 1.04 liters of water and 0.41kg of recycled calcium silicate. As well as, there was a compression resistance of the conventional brick of 41.59kg / cm², of the brick with addition of 5% sodium silicate of 51.37kg / cm², of the brick with addition of 10% of sodium silicate of 65.31 kg / cm² and the brick with the addition of 15% sodium silicate of 52.26kg / cm². In the same way, there was a compression resistance of prisms with conventional brick of 16.34kg / cm², brick prisms with addition of 5% sodium silicate of 21.37kg / cm², brick prisms with addition of 10% silicate sodium of 37.08kg / cm² and brick prisms with addition of 15% sodium silicate of 30.23kg / cm². And, as for the economic comparison, it was analyzed that making a conventional clay brick and a brick with 10% sodium silicate incorporation costs S / 0.67.

Concluding that clay bricks with the addition of 10% recycled sodium calcium silicate have better mechanical properties of resistance to compression and compression of prisms, compared to those of conventional clay bricks.

Keywords: brick, clay, recycled calcium sodium silicate, compressive strength.

I. INTRODUCCIÓN

En Latinoamérica existe una producción de ladrillos a nivel artesanal, que no satisfacen los requerimientos mínimos de acuerdo a las normas propias de cada país, como la resistencia a la compresión y la durabilidad, generando que estas unidades de albañilería no cumplan con su periodo de vida (Lulichac, 2015, p.14).

Los materiales utilizados en el rubro de la construcción, debido a su naturaleza propia del sector, tienen que ser duraderos, con características como resistencia, dureza y calidad, garantizando la vida útil de las edificaciones. Tal es el caso del ladrillo, altamente demandado (INDECI, 2011, p.18).

El Perú posee abundantes recursos de origen natural, llamando la atención de las grandes industrias, especialmente las que elaboran el vidrio; manifestando que la Multinacional Owens-Illinois (O-I), produce anualmente alrededor de 78 mil toneladas de vidrio (silicato de sodio cálcico) en envases (ANDINA, 2008, p.15).

En tiempos donde el cambio climático está afectando de manera drástica la vida del ser humano, urge la necesidad de reaprovechar y reutilizar todo material existente, es por eso que, a nivel nacional, al año 2016, se logró reciclar el 1.9% (entre plástico, vidrio y papel) de 7'005,576 toneladas de basura (MINAM, 2018, p.14).

Moyobamba genera alrededor de 42 toneladas de residuos sólidos al día, cuya producción per cápita es de 0.56kg/hab./día, de los cuales el 0.88% es vidrio; manifestando también que el silicato de sodio cálcico (vidrio común) tiene una vida promedio (degradación de sus partículas y moléculas) de 4000 años, causando impactos negativos al medio ambiente (Villavicencio, 2017, p.21).

En la ciudad de Moyobamba, la explosión demográfica actual ha conllevado a una demanda alta de viviendas familiares, de índole social, siendo el ladrillo la alternativa más utilizada para la construcción de dichas edificaciones, haciendo uso de los elaborados mediante técnicas artesanales en ladrilleras ubicadas en zonas periféricas de la ciudad, siendo estos de baja calidad (Ramírez, 2018, p.16).

De lo anteriormente mencionado, se puede manifestar que los ladrillos artesanales elaborados en Moyobamba, presentan una baja resistencia mecánica, esto debido a que las ladrilleras no cumplen con los controles de calidad, generando como consecuencia un periodo de vida bajo; ante esta problemática se planteó la presente investigación, proponiendo la incorporación de silicato de sodio cálcico (vidrio común) reciclado a los ladrillos de arcilla artesanales para viviendas unifamiliares, aportando mejoras en sus propiedades mecánicas, haciendo uso eficiente de recursos, reduciendo desperdicios, generando un impacto ambiental positivo y alcanzando lo estipulado en la Norma Técnica E.070 “Albañilería” del RNE.

Bajo este contexto se formula el siguiente problema: ¿En qué medida influye la incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado en el comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal para viviendas unifamiliares, Moyobamba-2020?

La presente investigación tiene su relevancia en lo teórico, porque va brindar teorías que estarán relacionadas con el tema, de esa manera poder compararlas con otros autores sobre los ladrillos con incorporación de silicato de sodio cálcico o vidrio. Asimismo, tiene su importancia metodológica puesto que para la elaboración de los procesos se aplicará la observación (técnica para recabar y recoger datos) y como instrumentos se utilizarán las fichas y formatos estandarizados validados por el laboratorio de la Universidad César Vallejo de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas 331.017, 331.019 y 399.613. A su vez presenta importancia en la práctica porque dará solución a los ladrillos de baja resistencia, entregando una propuesta con incorporación de silicato de sodio cálcico a los ladrillos. No obstante, presenta una relevancia económica, puesto que va conllevar una mejora en la situación económica a las ladrilleras, ya que aumentará la oferta con ladrillos de calidad y con ello la demanda. Finalmente, esta investigación presenta importancia social, puesto que abre la posibilidad para que las ladrilleras periurbanas mejoren la calidad de sus productos, poniendo a disposición del sector construcción un ladrillo nuevo, con mejores características mecánicas en comparación al ladrillo común, garantizando la durabilidad de estas, brindando un beneficio a la población.

El objetivo principal de esta investigación es: Analizar la influencia del comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado para viviendas unifamiliares, Moyobamba-2020. Siendo los objetivos específicos: Analizar las características físicas de la materia prima a utilizar en la elaboración de un ladrillo de arcilla artesanal; determinar el diseño de mezcla ideal para la elaboración de un ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado en las proporciones del 5%, 10% y 15%; determinar la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado y del ladrillo de arcilla artesanal convencional; determinar la resistencia a la compresión de prismas del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado y del ladrillo de arcilla artesanal convencional; finalmente, determinar la comparación económica del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado respecto al ladrillo convencional.

II. MARCO TEÓRICO

Para comprender lo que sucede cuando se incorpora Silicato de Sodio Cálcico o vidrio reciclado en los ladrillos de arcilla, es preciso tener en cuenta las tesis que se realizaron a nivel internacional como a nivel nacional.

En cuanto a las investigaciones internacionales, tal es el caso de Hariharan y Jebaraj (2018), en su investigación "Manufacture of bricks with partial replacement of clay with waste glass powder", realizada en International Journal of Research in Computer Applications and Robotics, cuyo objetivo principal fue fabricar ladrillos con reemplazo parcial de residuos de polvo de vidrio, usando como metodología la investigación cuantitativa de tipo experimental. El cual trabajó con una muestra de 90 ladrillos, de los cuales 45 fueron sin polvo de vidrio y el resto tuvo polvo de vidrio en su composición. Los instrumentos que se aplicaron fueron las fichas normalizadas y los protocolos establecidos en los laboratorios de la Universidad. Llegando al resultado que añadiendo un 40% de residuo de polvo de vidrio obtienen 70KN de resistencia a la compresión (p.17).

Por su parte Hussein (2016), en su investigación titulada "Properties of fired clay bricks mixed with waste glass", realizada en Islamic University of Gaza, tiene

como objetivo principal producir ladrillos de arcilla cocida como unidades de mampostería alternativas a bloques huecos de hormigón, el cual, al agregar residuos de vidrio presenta una mejoría considerable tanto física como mecánicamente mejorando, usando como metodología una investigación cuantitativa de tipo cuasi experimental. Para lo cual se tuvo como muestra 114 ladrillos divididos en 19 grupos de 6 cada uno. Teniendo como instrumentos las fichas normalizadas y los protocolos establecidos en los laboratorios de la Universidad. Llegando a los resultados que las propiedades óptimas del ladrillo cocido se encontraron con un contenido de 30% de residuos de vidrio y a una temperatura superior a los 1100° C, obteniendo más de 96.37 MPa de resistencia a la compresión (p.11).

Así también Mushrif (2011), en su tesis “The use of waste glass as fine aggregate replacement in concrete block”, realizada en Universiti Sains Malaysia, tiene como objetivo principal investigar las características del hormigón que contiene vidrio de desecho fino triturado, así como determinar el porcentaje apropiado de reemplazo para dar alta resistencia al hormigón. Usando como metodología una investigación cuantitativa de tipo experimental. Para lo cual se usaron 80 especímenes como muestra. A su vez se tuvo como instrumentos las fichas normalizadas. Cuyo resultado fue que el concreto que contiene 20% residuos de vidrio triturado, al día 28, obteniendo una resistencia considerable a la compresión (p.14).

Asimismo, Hidalgo y Poveda (2013), en su investigación titulada “Obtención de adoquines fabricados con vidrio reciclado como agregado”, realizada en la Escuela Politécnica Nacional, que como objetivo principal fue estudiar en qué medida el vidrio triturado influye en la resistencia al desgaste de los adoquines elaborados con hormigón. Usando como metodología una investigación cuantitativa de tipo cuasi experimental. Para lo cual se trabajó con una muestra de 60 especímenes de adoquines con y sin vidrio en su composición. Se utilizó como instrumentos los protocolos establecidos en los laboratorios de la Escuela Politécnica y las fichas normalizadas. Llegando a la conclusión que los adoquines compuestos por vidrio en un 25%, son más resistentes a la compresión (p.19).

También para Gonzáles y Ponce (2012), en su investigación “Uso de vidrio de desecho en la fabricación de ladrillos de arcilla”, realizada en la Universidad Juárez del Estado de Durango, cuyo objetivo principal fue la fabricación y el análisis de ladrillos de construcción que en su composición llevaron vidrio reciclado, teniendo como metodología una investigación cuantitativa de tipo experimental. Para lo cual se experimentó con 85 ladrillos de arcilla con vidrio de desecho y sin vidrio de desecho (muestra). Se usaron como instrumentos lo estipulado en los protocolos establecidos del laboratorio de la Universidad y las fichas normalizadas. Obteniendo como resultado que el ladrillo que contiene un 15% de vidrio en su composición presenta una estructura más compacta, por consiguiente, una resistencia más alta a la compresión, llegando a los 9.73 MPa, que supera lo mínimo normado que son 6 MPa (p.17).

Del mismo modo se realizaron trabajos a nivel nacional, tal es el caso de Chávez y Millones (2018) en su tesis titulada “Influencia de la adición de vidrio triturado reciclado en las propiedades del ladrillo de arcilla artesanal – distrito de Santa – Áncash”, realizada en la Universidad César Vallejo, tuvo como objetivo principal estudiar la manera cómo influye el vidrio en las propiedades de un ladrillo artesanal; utilizando como metodología un diseño de investigando cuantitativa experimental, para lo cual se utilizó 137 unidades de albañilería (tamaño de muestra) con y sin vidrio triturado reciclado. Los instrumentos empleados fueron los protocolos y las fichas normalizadas, establecidos en los laboratorios de la Universidad San Pedro, la Universidad César Vallejo y de la empresa GEOMG SAC. Teniendo como resultado que los ladrillos que tienen en su composición un 12% de vidrio de forma triturada, tienen propiedades físicas y mecánicas mejorables (p.13).

Por su parte, Ruíz (2015) en su investigación “Influencia de la adición de vidrio triturado en la resistencia a la compresión axial de un ladrillo de arcilla artesanal de Cajamarca, 2015”, elaborada en la Universidad Privada del Norte, que como objetivo principal estudió la influencia del vidrio triturado en la resistencia a la compresión axial de ladrillos de arcilla artesanales, usando como metodología una investigación cuantitativa de tipo experimental, para lo cual trabajó con una muestra de 50 ladrillos de arcilla sin vidrio y con adición de diferentes porcentajes

de vidrio. Teniendo como instrumentos las fichas normalizadas. Obteniendo como resultado que el ladrillo sin vidrio en su fabricación presenta una resistencia a la compresión de 91.64 kg/cm^2 , por el contrario, el ladrillo con una adición de 10% de vidrio triturado tiene una resistencia de 97.74 kg/cm^2 a la compresión (p.12).

Cabe mencionar a Tamayo (2012) en su tesis "Uso del vidrio reciclado sodocálcico como reforzante en ladrillos de arcilla cocida", elaborada en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, tuvo como objetivo principal estudiar el mejoramiento de la resistencia a la compresión con una temperatura de cocción óptima de ladrillos de arcilla reforzados con vidrio sodocálcico reciclado, utilizando como metodología una investigación cuantitativa de tipo experimental, el cual trabajó con una muestra de 13 especímenes de ladrillo con vidrio. Utilizando como instrumentos lo señalado en las fichas normalizadas. Llegando a los resultados que mezclando 30% de vidrio, 50% de tierra de chacra y 20% de greda, calcinándose a 900°C se obtiene 28 MPa como resistencia máxima a la compresión (p.16).

Para Cortez (2018), en su investigación titulada "Estudio de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ sustituyendo el agregado grueso con vidrio triturado tipo sodocálcico", elaborada en la Universidad Peruana Los Andes, tuvo como objetivo principal conocer en qué medida influye el vidrio triturado tipo sodocálcico que reemplaza a la piedra chancada, en la resistencia a la compresión de un concreto con un $f'c=175\text{kg/cm}^2$, siendo la metodología una investigación cuantitativa de tipo experimental. Para el estudio se trabajó con una muestra de 36 probetas, 4 probetas sin vidrio en su composición y 32 probetas con diferentes porcentajes de adición de vidrio triturado; usando como instrumentos las fichas normalizadas. Cuyo resultado fue que la resistencia a la compresión alcanza los 197 kg/cm^2 si la composición del concreto lleva 20% de vidrio triturado (p.10).

Descrito las investigaciones anteriores, el cual se utilizó Silicato de Sodio Cálcico reciclado, comúnmente llamado vidrio, dejando en evidencia la mejora del atributo en cuanto a resistencia mecánica de los ladrillos compuestos y

elaborados de arcilla, se procede a revisar las bases teóricas que corresponden a cada una de las variables de estudio.

El Silicato de Sodio Cálcico o vidrio, es un componente endeble, transparente y de característica sólida, brillante a la luz, presenta una viscosidad alta, se funde a temperaturas altas, y no puede ser disuelto. Este material tiene en su composición, óxidos metálicos, siendo el óxido de sílice (SiO_4), su elemento principal. En cuanto a su composición o estructura interior, se asemeja al cristal, los enlaces Si-O están conformados en desorden, lo que le convierte en una sustancia amorfa (Catalán, 2013, p27). La fácil recuperación, le confiere al vidrio como característica importante; el silicato de sodio cálcico puede ser reciclado al 100%, de un envase se puede elaborar otro o en su contraparte, elaborar otros productos con características similares; esta particularidad puede ser aprovechada por una población en beneficio del medio ambiente (Camelo, 2007, p17). Tipos de vidrio, el que más se elabora es del tipo comercial, el que más se usa es el sodocálcico, el cual se encuentra en las botellas, vajillas, bombillas (Catalán, 2013, p.30).

Figura 1. *Ciclo de reciclaje del vidrio.*



Fuente: Catalán, 2013 (p.30).

La arcilla está compuesta por minerales como el silicato de aluminio, rocas aluminosas y silicatadas que están en descomposición, el cual se presenta como productos hidratados, álcalis, óxidos hidratados y minerales coloidales (Del Rio, 1975, p.29).

El ladrillo es el componente básico de una construcción (Gallegos y Cassabone, 2005, p.21). Los ladrillos son unidades que tienen la forma de un prisma de seis lados, el cual están hechas y elaboradas por tierras arcillosas, moldeadas y cocinadas a altas temperaturas, que se puede utilizar en cualquier tipo de construcciones, debido a su forma regular, fácil manejo y transporte (Moreno, 1981, p34). El ladrillo es un objeto pequeño hecho a base de arcilla quemada que se utiliza en las casas (Scheneider, 1980, p.24). El ladrillo es la mínima unidad de albañilería elaborada a base de arcilla o sustancias terrosas de ocurrencia natural, creada mediante la extrusión o el prensado, el cual está sometida a altas temperaturas (NTP 331.017, 2003, p.2).

Para la elaboración de los ladrillos, se inicia con la preparación de la mezcla, logrando que el producto tenga una resistencia y buen aspecto, se procura que la pasta de arcilla sea fina (Barranzuela, 2014, p.78). Luego se excava manualmente a una profundidad de dos metros. La arcilla extraída se tritura, se homogeniza, y se deja reposar en acopio, con la finalidad de obtener una uniformidad y consistencia óptima de las cualidades mecánicas (Barranzuela, 2014, p.79). La exposición a los factores climáticos como el sol, el aire y la lluvia, descompone favorablemente la turba dentro de la arcilla (Barranzuela, 2014, p.80). Además, el porcentaje ideal de agua que se debe agregar a la mezcla se aproxima al 25% (Jiménez y Salazar, 2005, p.38). Luego sigue el moldeado, es en esta etapa en la cual se le da la forma adecuada al ladrillo, ya sea manualmente o con máquina (Barranzuela, 2014, p.81). A continuación, procede el secado, este proceso es la eliminación del contenido de humedad del ladrillo, el cual se realiza bajo sombra (Barranzuela, 2014, p.81). Finalmente, la cocción, el cual los ladrillos previamente secados, se someten a altas temperaturas en hornos, por un determinado tiempo, permitiendo a estos adquirir sus propiedades físicas y mecánicas, consiguiendo a la vez su apariencia final (Barranzuela, 2014, p.82).

En cuanto a la clasificación de los ladrillos, para esta investigación se menciona solo tres tipos, los cuales son: Tipo I, cuya resistencia y durabilidad son muy bajas, están hechas para construcciones en la cual las condiciones de servicio son de exigencias mínimas. Tipo II, cuya resistencia y durabilidad son bajas, están hechas para construcciones en la cual las condiciones de servicio son de exigencias moderadas. Tipo III, cuya resistencia y durabilidad son medias, están hechas para construcciones de uso general (E.070, 2006, p. 35).

Tabla 1. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.

CLASE	CARACTERÍSTICAS A COMPRESIÓN f'_c MÍNIMO EN MPa (KG/CM²) SOBRE ÁREA BRUTA
Ladrillo I	4,9 (50)
Ladrillo II	6,9 (70)
Ladrillo III	9,3 (95)

Fuente: Norma Técnica Peruana E.070, 2006 (p. 3)

La tipología del ladrillo, se tiene sólidas o macizas, estos tipos de ladrillos tienen aberturas que se encuentran de manera perpendicular a la cara del asiento, y estos no deben ser mayor al 30% del mismo, por lo que estas unidades son aquellos que poseen un margen determinado de abertura (Gallegos y Cassabone, 2005, p.83). Huecas, en este tipo de ladrillo, las aberturas que presenta exceden el 30% (Gallegos y Cassabone, 2005, p.83). Perforadas, este tipo de ladrillo presenta perforaciones que exceden en un 30%, siendo el tamaño de estas menores de cuatro milímetros (Gallegos y Cassabone, 2005, p.85). Tubulares, estos ladrillos son los que poseen aberturas que se encuentran de forma paralela a la cara de estos, el cual, al ser resistente, se considera como sólido (Gallegos y Cassabone, 2005, p.85).

Figura 2. Tipos de unidad de albañilería.



Fuente: Manual del maestro constructor, 2012 (p.24).

En cuanto a las propiedades mecánicas del ladrillo, estas son la resistencia a la compresión y la resistencia a la compresión de prismas. La resistencia a la compresión es una propiedad principal de este, presentando cierta dificultad al momento de la obtención de los resultados debido a la variación de formas y dimensiones. Si la altura de los ladrillos de sílice es reducida de 140mm a 90mm, es muy probable que su resistencia a la compresión aumente (Gallegos y Cassabone, 2005, p.111). El procedimiento para determinar el esfuerzo a la compresión, se realiza aplicando una carga perpendicular a la cara, solo hasta la mitad, siendo las velocidades de aplicación diferentes, luego se aplica la carga con una velocidad constante (NTP 399.613, 2005, p.18). Por su parte, la resistencia a la compresión de prismas, para determinar esta propiedad se elabora una pila de ladrillos de 2 filas de alto asentada con mortero, sometiéndole a una carga perpendicular (Gallegos y Cassabone, 2005, p.202).

Marco conceptual

Agua potable, es aquel líquido elemento preferentemente potable, que cumple con ciertos requisitos o parámetros establecidos (Cabrera, 2014, p. 42).

Arena de sílice, es uno de los elementos que conforman el vidrio, ya que en su composición figura el óxido de silicio (SiO_2) en más del 98% (Carrasco, 2018, p. 10).

Construcción sostenible, es aquella construcción tradicional que tiene una responsabilidad enorme con el medio ambiente, en todas sus etapas (Almeida y Trujillo, 2017, p. 34).

Contracción, es la propiedad que tiene la arcilla, el cual disminuye sus dimensiones al perder humedad (Mamani, 2015, p. 20).

Ensayo de materiales, el objetivo es el de poner en manifiesto y evidencia la determinación de sus propiedades (Martínez, 2016, p. 16).

Mortero, es la mezcla de aglomerantes como cemento, agregado fino y agua (Flores y Poma, 2014, p. 26).

Muestreo, aquel proceso que se efectúa a pie de obra (Valdivia, 2019, p. 45).

Muretes, es un espécimen cuyas medidas son de 0.60x0.60m, en el cual se ensaya para medir la tensión diagonal (Arbildo y Rojas, 2017, p. 18).

Pilas de ladrillo, es aquel bloque de una determinada altura, conformada por hileras de ladrillos asentados con mortero uno encima del otro (Floriano, 2015, p. 39).

Reciclaje, es el proceso por el cual se recupera un material y se transforma en uno nuevo, otorgándole un nuevo uso (Pariguamán, 2017, p. 8).

Resistencia, es la capacidad que tiene un material o elemento en soportar esfuerzos externos (Peñañiel, 2016, p. 8).

Suelo arcilloso, es aquel suelo que en su composición tiene el silicato de aluminio hidratado, cuyas partículas son muy pequeñas, con un diámetro aproximado de 0.001 mm (Mendoza, 2018, p. 36).

III.METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

Tipo de investigación: La investigación cuantitativa de tipo aplicada “busca conocer, actuar, construir y modificar una realidad problemática” (Borja, 2016, p. 10). Este tipo de investigación “plantea que una forma confiable para conocer la realidad es a través de la recolección y análisis de datos, con lo que se podría contestar las preguntas de la investigación y probar la hipótesis” (Borja, 2016, p. 11). Se manipulará el porcentaje de silicato de sodio cálcico reciclado incorporado en el ladrillo de arcilla

artesanal, luego para analizar su comportamiento mecánico, se provocará un estímulo para interpretar el resultado.

Diseño de investigación: Diseño experimental, ya que se manipulará la variable independiente para analizar la variable dependiente. Se trabajará con un estudio de series cronológicas con repetición de estímulos varias veces en el tiempo (Borja, 2016, p. 38). Esta investigación se manipuló los diferentes porcentajes de adición de silicato de sodio cálcico reciclado para analizar el comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal.

3.2. Variables y operacionalización.

Variable independiente: Silicato de Sodio Cálcico reciclado.

Variable dependiente: Comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal.

Definición conceptual

Silicato de sodio cálcico: El Silicato de Sodio Cálcico, comúnmente llamado vidrio, es aquel elemento el cual es reciclado varias veces, que puede pasar por un proceso de aplastamiento (Careaga, 1997, p.28).

Comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal: La resistencia a la compresión es la propiedad principal del ladrillo, el cual determina su calidad estructural, así mismo la resistencia a la compresión de prismas define a un grupo de ladrillos la calidad estructural en su interior (NTP 331.017, 1978, p. 5).

Definición operacional

Silicato de sodio cálcico reciclado: se analizarán las propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos de arcilla artesanal adicionando el 5%,10% y 15% del peso de la arcilla de silicato de sodio cálcico. La observación será la técnica de estudio, y las diferentes fichas normalizadas de laboratorios, los instrumentos, de acuerdo a la NTP E.070, NTP 331.017, NTP 331.019 y NTP 399.613.

Comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal:

Los ladrillos de arcilla se someterán a pruebas, para determinar sus propiedades mecánicas, a través de los ensayos de resistencia a la compresión (f_b) y ensayo de resistencia a la compresión de prismas (f_m). La observación será la técnica de estudio, y las diferentes fichas normalizadas de laboratorios, los instrumentos, de acuerdo a la NTP E.070, NTP 331.017, NTP 331.019 y NTP 399.613.

Indicadores

Variable independiente: incorporación de silicato de sodio cálcico reciclado el 5%,10% y 15%.

Variable dependiente: los distintos datos de la resistencia a la compresión y resistencia a la compresión de prismas.

Escala de medición:

Variable independiente: Razón.

Variable dependiente: Nominal.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE: Silicato de Sodio Cálculo reciclado	El Silicato de Sodio Cálculo, comúnmente llamado vidrio, es un material que puede ser reciclado sin ningún límite de restricción, que puede pasar por un proceso de aplastamiento (Careaga, 1997, p.28).	Se analizarán las propiedades mecánicas y físicas de los ladrillos de arcilla artesanal adicionando el 5%,10% y 15% del peso de la arcilla de Silicato de Sodio Cálculo usando como técnica de estudio la observación y como instrumento protocolos de acuerdo a la Norma Técnica Peruana E.070, Norma Técnica Peruana 331.017, Norma Técnica Peruana 331.019 y Norma Técnica Peruana 399.613	Porcentaje de adición de Silicato de Sodio Cálculo reciclado.	Incorporación del 5%	Razón
				Incorporación del 10%	Razón
				Incorporación del 15%	Razón

<p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>Comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal</p>	<p>La resistencia a la compresión es una de las principales propiedades del ladrillo que define el nivel de calidad estructural que posee (Norma Técnica Peruana 331.017, 1978, p. 5).</p>	<p>Se analizarán las propiedades mecánicas de los ladrillos de arcilla artesanal a través de los ensayos de resistencia a la compresión y ensayo de resistencia a la compresión de prismas usando como técnica de estudio: la observación y como instrumento: protocolos de acuerdo con la Norma Técnica Peruana E.070, Norma Técnica Peruana 331.017, Norma Técnica Peruana 331.019 y Norma Técnica Peruana 399.613.</p>	<p>Características físicas</p>	<p>- Granulometría de la arcilla - Contenido de humedad - Límites de consistencia</p>	<p>Nominal</p>
			<p>Propiedades mecánicas</p>	<p>Resistencia a la compresión (f'b) Resistencia a la compresión de prismas (f'm)</p>	<p>Nominal</p>

3.3. Población, muestra y muestreo.

Población: Se utilizó 40 unidades de ladrillo de arcilla, y ladrillos de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado. Siendo las medidas del ladrillo de 23cm de largo, 12cm de ancho y 10cm de alto de tipo perforado. Siendo estas unidades las que se utilizan como tabiquería en las viviendas unifamiliares.

Muestra: Teniendo 10 ensayos, multiplicado por 4 grupos: grupo de ladrillo patrón o convencional, grupo de ladrillo con 5% de silicato de sodio cálcico reciclado incorporado, grupo de ladrillo con 10% de silicato de sodio cálcico reciclado incorporado y grupo de ladrillo con 15% de silicato de sodio cálcico reciclado incorporado. Generando un total de 40 muestras.

De acuerdo la Norma Técnica Peruana 331.019, el cual indica que la secuencia "A" se realiza por cada paquete de cincuenta mil ladrillos, siendo el número de muestras por cada ensayo, las siguientes.

Resistencia a la compresión : 5 ensayos

Resistencia a la compresión de prismas : 5 ensayos

Unidad de análisis: la unidad de análisis será el ladrillo de arcilla artesanal con un porcentaje añadido de Silicato de Sodio Cálcico reciclado.

Tabla 2. Cantidad de muestras.

TIPO DE ENSAYO	GRUPO DE LADRILLO CONVENCIONAL	LADRILLO CON 5% DE SILICATO DE SODIO CÁLCICO	LADRILLO CON 10% DE SILICATO DE SODIO CÁLCICO	LADRILLO CON 15% DE SILICATO DE SODIO CÁLCICO	TOTAL
Resistencia la compresión	5	5	5	5	20
Resistencia la compresión de prismas	5	5	5	5	20
TOTAL DE MUESTRA					40

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnicas de recolección de datos: La técnica que se utilizó fue la observación, ya que se recogió datos que se obtuvo en el laboratorio Selva, así como la utilización de la guía documentada.

Instrumentos de recolección de datos: se usarán las fichas normalizadas de acuerdo a la Norma E.070 Albañilería, Norma Técnica 331.017, Norma Técnica 331.019 y la Norma Técnica 399.613; se precisa que estas normas nos indican los procedimientos para la realización de los ensayos del ladrillo de forma adecuada.

Validez y confiabilidad

La validez se realizó con los resultados obtenidos de los ensayos hechos en el laboratorio Selva, con la estricta supervisión de un Ingeniero Civil. Del mismo modo para que el proyecto sea confiable, se desarrolló las técnicas e instrumentos descritos anteriormente.

- Los instrumentos fueron validados por tres magísteres.
- Formatos o fichas estandarizados según las normas técnicas.
- Certificado de calibración de los equipos a utilizar del laboratorio.

3.5. Procedimientos.

La arcilla necesaria para la elaboración de los ladrillos se extrajo de la cantera de la “Ladrillera Pérez”, ahí mismo se procedió con su elaboración. Del mismo modo, en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Consultora Selva, se analizó las características físicas de la arcilla, como son granulometría, contenido de humedad y límites de consistencia. Asu vez se procedió a triturar y moler las botellas de vidrio recicladas hasta obtener una textura parecida a la arena, consiguiendo así el Silicato de Sodio Cálculo. Una vez, elaborado los ladrillos muestra y los ladrillos con incorporación de Silicato de Sodio Cálculo, se procedió a realizar el ensayo a la compresión (f'b) descrito en la Norma Técnica Peruana 399.613 “Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usado en albañilería – resistencia a la compresión”, el cual se hizo el ensayo a los especímenes de ladrillo sobre su mayor dimensión, aplicando una carga constante, solo requerido hasta la mitad de la máxima carga solicitada, luego se ajustó los controles de la

máquina de compresión para lograr que la carga remanente sea aplicada a una velocidad de manera uniforme. Los resultados se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$C = W.A$$

Dónde : C = Resistencia a la compresión de la unidad de ladrillo,

Se indica en MPa.

W = Es la máxima carga en N.

A = es el promedio del área bruta de las superficies.

3.6. Método de análisis de datos.

Se utilizó la estadística descriptiva para el análisis de la información y obtención de resultados, así como para la codificación de procesos, organización y presentación de cuadros, con ayuda del software Microsoft Excel.

3.7. Aspectos éticos.

Se practicó los valores éticos, respetando los derechos de autor de las tesis, libros, normas, debidamente referenciadas, uso de las Normas ISO 690-1 y 690-2. Asimismo, los resultados de los ensayos no serán manipulados ni adulterados, prevaleciendo la veracidad y confiabilidad de los datos obtenido y de la información.

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de las características físicas de la arcilla (materia prima).

a) Análisis granulométrico de la arcilla por tamizado NTP 339.128 (húmedo y seco).

A partir de 5500gr se analizó las características físicas de la arcilla de una muestra de 350gr extraída de la cantera de la “ladrillera Pérez”, en cuanto a la granulometría, el cual se obtuvo los siguientes resultados.

- En cuanto a la grava, se obtuvo una sumatoria de porcentaje de peso retenido del 0% (desde el tamiz 2 ½” al tamiz N° 4).
- En cuanto a la arena, se obtuvo una sumatoria de porcentaje de peso retenido del 19.85% (desde el tamiz N° 8 al tamiz N° 200).
- En cuanto a los finos, se obtuvo el 89.15% (pérdida durante el lavado).

Tabla 3. Composición de la arcilla

Muestra de arcilla	
Grava (%)	0.00
Arena (%)	19.85
Fino (%)	80.15

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, 2020.

b) Contenido de humedad de la arcilla.

El análisis se realizó a partir de 3 muestras de 145.10gr, 145gr y 145.05gr respectivamente, el cual se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 4. Contenido de humedad de la arcilla

N° de Muestra	Humedad (%)
1	16.25
2	16.13
3	16.61
Promedio	16.33

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, 2020.

c) Límites de consistencia de la arcilla.

Se realizó los ensayos correspondientes a los límites de Atterberg o límites de consistencia, el cual se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 5. Límites de consistencia

Límites de consistencia	
Límite líquido (%)	41.45
Límite plástico (%)	23.00
Índice de plasticidad (%)	18.45

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, 2020.

Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), es una arcilla inorgánica de plasticidad baja.

4.2. Diseño de mezcla ideal del ladrillo de arcilla.

Para la mezcla ideal se tomó en cuenta el peso de 1 ladrillo de arcilla sin cocción, de 4.15kg, de los cuales 3.11kg es arcilla, que representa el 75.00%, y 1.04kg es agua (15%), que equivale a 1.04 litros. La tabla 6 muestra la dosificación de proporciones para 1 ladrillo.

Tabla 6. Dosificación de proporciones

Material	Ladrillo convencional	Ladrillo con 5% de silicato de sodio cálcico reciclado	Ladrillo con 10% de silicato de sodio cálcico	Ladrillo con 15% de silicato de sodio cálcico
Arcilla(kg)	3.11	2.91	2.70	2.49
Agua (L)	1.04	1.40	1.04	1.04
Silicato de sodio cálcico reciclado (kg)		0.20	0.41	0.62

Fuente: Elaboración propia, 2020

4.3. Resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla convencional y del ladrillo con adición de silicato de sodio cálcico reciclado del 5%, 10% y 15%.

a) Resistencia a la compresión f'b del ladrillo convencional

Tabla 7. Resistencia a la compresión ladrillo convencional

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN LADRILLO CONVENCIONAL							
Código de muestra	Dimensiones en cm			Área bruta en cm ²	Peso máximo kg	f'b (kg/cm ²)	
	Largo	Ancho	Alto				
LC-01	22.73	12.60	9.75	286.40	10,365.69	36.19	
LC-02	23.05	12.65	9.81	291.58	8,612.96	29.54	
LC-03	23.45	12.56	9.87	294.53	11,735.37	39.84	
LC-04	23.11	12.39	9.79	286.33	12,128.75	42.36	
LC-05	23.35	11.39	9.83	265.96	15,957.13	60.00	
Promedio f'b						41.59	No cumple

**NTP
331.017 =
60 kg/cm²**

Fuente: Laboratorio de mecánicas de suelos, 2020.

Interpretación: La Tabla 7 muestra los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de cinco (05) ladrillos de arcilla convencional siguiendo lo estipulado en la NTP 331.017. Teniendo un f'b promedio de 41.59 kg/cm², el cual no cumple con lo mínimo que especifica la norma.

b) Resistencia a la compresión f'b del ladrillo con adición de 5% de silicato de sodio cálcico reciclado.

Tabla 8. Resistencia a la compresión ladrillo con adición de 5% de silicato de sodio cálcico reciclado

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN LADRILLO CON ADICIÓN DE 5% DE SILICATO DE SODIO CÁLCICO RECICLADO							
Código de muestra	Dimensiones en cm			Área bruta en cm ²	Peso máximo kg	f'b (kg/cm ²)	
	Largo	Ancho	Alto				
SSCR-5%-01	23.25	11.06	9.85	257.15	19,051.22	74.09	
SSCR-5%-02	23.10	11.57	9.93	267.27	7,385.76	27.63	
SSCR-5%-03	22.85	11.51	10.11	263.00	16,254.25	61.80	
SSCR-5%-04	23.64	11.39	10.15	269.26	12,985.75	48.23	
SSCR-5%-05	22.88	11.55	9.64	264.26	11,918.18	45.10	
Promedio f'b						51.37	No cumple

**NTP
331.017 =
60 kg/cm²**

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, 2020.

Interpretación: La Tabla 8 muestra los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de cinco (05) ladrillos de arcilla con adición de 5% de silicato

de sodio cálcico reciclado siguiendo lo estipulado en la NTP 331.017. Teniendo un f'b promedio de 51.37 kg/cm², el cual no cumple con lo mínimo que especifica la norma.

c) Resistencia a la compresión f'b del ladrillo con adición de 10% de silicato de sodio cálcico reciclado.

Tabla 9. Resistencia a la compresión ladrillo con adición de 10% de silicato de sodio cálcico reciclado

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN LADRILLO CON ADICIÓN DE 10% DE SILICATO DE SODIO CÁLCICO RECICLADO							
Código de muestra	Dimensiones en cm			Área bruta en cm ²	Peso máximo kg	f'b (kg/cm ²)	
	Largo	Ancho	Alto				
SSCR-10%-01	23.63	11.98	9.78	283.09	17,895.95	63.22	NTP 331.017 = 60 kg/cm²
SSCR-10%-02	23.28	11.75	10.02	273.54	26,128.35	95.52	
SSCR-10%-03	22.75	11.75	10.15	267.31	14,118.25	52.82	
SSCR-10%-04	23.36	12.01	10.32	280.55	17,376.58	61.94	
SSCR-10%-05	23.01	12.05	10.55	277.27	14,705.63	53.04	
Promedio f'b						65.31	Cumple

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, 2020.

Interpretación: La Tabla 9 muestra los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de cinco (05) ladrillos de arcilla con adición de 10% de silicato de sodio cálcico reciclado siguiendo lo estipulado en la NTP 331.017. Teniendo un f'b promedio de 65.31 kg/cm², el cual cumple con lo mínimo que especifica la norma.

d) Resistencia a la compresión f'b del ladrillo con adición de 15% de silicato de sodio cálcico reciclado.

Tabla 10. Resistencia a la compresión ladrillo con adición de 15% de silicato de sodio cálcico reciclado

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN LADRILLO CON ADICIÓN DE 15% DE SILICATO DE SODIO CÁLCICO RECICLADO							
Código de muestra	Dimensiones en cm			Área bruta en cm ²	Peso máximo kg	f'b (kg/cm ²)	
	Largo	Ancho	Alto				
SSCR-15%-01	22.85	11.98	9.80	273.74	16,198.25	59.17	NTP 331.017 = 60 kg/cm²
SSCR-15%-02	23.50	11.89	10.14	279.42	9,801.11	35.08	
SSCR-15%-03	22.85	12.02	9.85	274.66	16,134.25	58.74	
SSCR-15%-04	22.78	12.14	9.98	276.55	13,852.32	50.09	
SSCR-15%-05	22.98	12.55	10.10	288.40	16,785.42	58.20	
Promedio f'b						52.26	No Cumple

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, 2020.

Interpretación: La Tabla 10 muestra los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de cinco (05) ladrillos de arcilla con adición de 15% de silicato de sodio cálcico reciclado siguiendo lo estipulado en la NTP 331.017. Teniendo un $f'b$ promedio de 52.26 kg/cm², el cual no cumple con lo mínimo que especifica la norma.

e) Comparación de la resistencia a la compresión $f'b$ del ladrillo de arcilla patrón y del ladrillo de arcilla con adición de 5%, 10% y 15% de silicato de sodio cálcico reciclado.

Tabla 11. Comparación de la resistencia a la compresión ladrillo.

	Ladrillo de arcilla patrón	Ladrillo de arcilla con adición de 5% de silicato de sodio cálcico reciclado	Ladrillo de arcilla con adición de 10% de silicato de sodio cálcico reciclado	Ladrillo de arcilla con adición de 15% de silicato de sodio cálcico reciclado
Promedio (kg/cm²)	41.59	51.37	65.31	52.26
Tipo	I	I	II	I

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: La Tabla 11 muestra la comparación de los resultados promedio del ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla convencional con el ladrillo de arcilla con adición del 5%, 10% y 15% de silicato de sodio cálcico reciclado, siendo el ladrillo de arcilla con adición del 10% que tiene la mayor resistencia a la compresión 65.31kg/cm², siendo un ladrillo de tipo II.

4.4. Resistencia a la compresión de prismas de ladrillo de arcilla convencional y prismas de ladrillo con adición de silicato de sodio cálcico reciclado del 5%, 10% y 15%.

a) Resistencia a la compresión de prismas $f'm$ del ladrillo convencional

Tabla 12. Resistencia a la compresión de los prismas de ladrillo convencional (f'm).

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE LADRILLO CONVENCIONAL F'M						
Código de muestra	Dimensiones en cm		Área (cm ²)	Carga (kg)	f'm (kg/cm ²) con factor de corrección	f'm (Mpa)
	Largo	Ancho				
PC-01	23.00	12.15	279.34	4,728.45	17.66	1.73
PC-02	23.15	11.83	273.86	5,825.61	22.00	2.16
PC-03	23.48	12.10	284.05	4,185.18	15.46	1.52
PC-04	22.93	11.90	272.69	4,914.82	18.75	1.84
PC-05	22.69	11.91	270.06	5,752.21	22.03	2.16

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, 2020.

Tabla 13. Comparación de resultados de primas de ladrillo convencional.

Unidad	Resistencia promedio	Desviación estándar (S)	f'm	Según E.070 (f'm)
kg/cm ²	19.18	2.85	16.34	35.00
Mpa	1.88	0.28	1.60	3.43

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: La Tabla 13 muestra el resultado del ensayo de resistencia a la compresión de prismas de ladrillo de arcilla convencional siguiendo lo estipulado en la NTP 399.605. Teniendo un f'm promedio de 16.34 kg/cm², el cual no cumple con lo mínimo que especifica la norma, que es de 35.00 kg/cm².

b) Resistencia a la compresión de prismas f'm de ladrillo con adición de 5% de silicato de sodio cálcico reciclado.

Tabla 14. Resistencia a la compresión de los prismas de ladrillo con adición de 5% de silicato de sodio cálcico reciclado (f'm).

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE LADRILLO CON ADICIÓN DE 5% DE SILICATO DE SODIO CÁLCICO RECICLADO						
Código de muestra	Dimensiones en cm		Área (cm ²)	Carga (kg)	f'm (kg/cm ²) con factor de corrección	f'm (Mpa)
	Largo	Ancho				
PP-5%-01	22.72	11.90	270.25	5,935.62	22.69	2.23
PP-5%-02	23.34	11.85	276.52	8,134.75	30.15	2.96
PP-5%-03	22.97	11.79	270.70	5,784.32	22.10	2.17
PP-5%-04	23.42	11.92	279.11	9,525.20	34.86	3.42
PP-5%-05	22.71	11.82	268.37	6,374.25	24.48	2.40

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, 2020.

Tabla 15. Comparación de resultados de primas de ladrillo con adición de 5% de silicato de sodio cálcico reciclado.

Unidad	Resistencia promedio	Desviación estándar (S)	f'm	Según E.070 (f'm)
kg/cm ²	26.86	5.49	21.37	35.00
Mpa	2.63	0.54	2.10	3.43

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: La Tabla 15 muestra el resultado del ensayo de resistencia a la compresión de prismas de ladrillo de arcilla con adición de 5% de silicato de sodio cálcico reciclado, siguiendo lo estipulado en la NTP 399.605. Teniendo un f'm promedio de 21.37 kg/cm², el cual no cumple con lo mínimo que especifica la norma, que es de 35.00 kg/cm².

c) Resistencia a la compresión de prismas f'm de ladrillo con adición de 10% de silicato de sodio cálcico reciclado.

Tabla 16. Resistencia a la compresión de los prismas de ladrillo con adición de 10% de silicato de sodio cálcico reciclado (f'm).

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE LADRILLO CON ADICIÓN DE 10% DE SILICATO DE SODIO CÁLCICO RECICLADO						
Código de muestra	Dimensiones en cm		Área (cm ²)	Carga (kg)	f'm (kg/cm ²) con factor de corrección	f'm (Mpa)
	Largo	Ancho				
PP-10%-01	22.94	12.05	276.43	9,751.25	36.01	3.53
PP-10%-02	22.94	11.87	272.30	10,751.25	40.22	3.94
PP-10%-03	23.18	12.28	284.53	10,825.36	38.78	3.80
PP-10%-04	23.07	11.97	276.09	11,324.24	41.75	4.09
PP-10%-05	23.26	11.87	276.04	10,625.36	39.23	3.85

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, 2020.

Tabla 17. Comparación de resultados de primas de ladrillo con adición de 10% de silicato de sodio cálcico reciclado.

Unidad	Resistencia promedio	Desviación estándar (S)	f'm	Según E.070 (f'm)
kg/cm ²	39.20	2.12	37.08	35.00
Mpa	3.84	0.21	3.64	3.43

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: La Tabla 17 muestra el resultado del ensayo de resistencia a la compresión de prismas de ladrillo de arcilla con adición de 10% de silicato de sodio cálcico reciclado, siguiendo lo estipulado en la NTP 399.605. Teniendo un $f'm$ promedio de 37.08 kg/cm², el cual cumple con lo mínimo que especifica la norma, que es de 35.00 kg/cm².

d) Resistencia a la compresión de prismas $f'm$ de ladrillo con adición de 15% de silicato de sodio cálcico reciclado.

Tabla 18. Resistencia a la compresión de los prismas de ladrillo con adición de 15% de silicato de sodio cálcico reciclado ($f'm$).

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE LADRILLO CON ADICIÓN DE 15% DE SILICATO DE SODIO CÁLCICO RECICLADO						
Código de muestra	Dimensiones en cm		Área (cm ²)	Carga (kg)	$f'm$ (kg/cm ²) con factor de corrección	$f'm$ (Mpa)
	Largo	Ancho				
PP-15%-01	23.08	12.02	277.31	9,651.89	35.54	3.48
PP-15%-02	23.12	12.33	284.95	9,134.50	32.80	3.22
PP-15%-03	23.28	11.89	276.68	8,256.41	30.57	3.00
PP-15%-04	23.11	11.85	273.68	8,453.62	31.62	3.10
PP-15%-05	23.17	12.11	280.41	8,425.36	30.78	3.02

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos, 2020.

Tabla 19. Comparación de resultados de primas de ladrillo con adición de 15% de silicato de sodio cálcico reciclado.

Unidad	Resistencia promedio	Desviación estándar (S)	$f'm$	Según E.070 ($f'm$)
kg/cm ²	32.26	2.03	30.23	35.00
Mpa	3.16	0.20	2.96	3.43

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: La Tabla 19 muestra el resultado del ensayo de resistencia a la compresión de prismas de ladrillo de arcilla con adición de 15% de silicato de sodio cálcico reciclado, siguiendo lo estipulado en la NTP 399.605. Teniendo un $f'm$ promedio de 30.23 kg/cm², el cual no cumple con lo mínimo que especifica la norma, que es de 35.00 kg/cm².

Tabla 20. Comparación de los resultados de la resistencia a la compresión de prismas de ladrillo.

COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS F'M				
	Prisma de ladrillo de arcilla convencional	Prisma con ladrillo de arcilla con adición de 5% de silicato de sodio cálcico reciclado	Prisma con ladrillo de arcilla con adición de 10% de silicato de sodio cálcico reciclado	Prisma con ladrillo de arcilla con adición de 15% de silicato de sodio cálcico reciclado
Resistencia a la compresión de prismas (kg/cm ²)	16.34	21.37	37.08	30.23

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: La Tabla 20 muestra la comparación de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de prismas del ladrillo de arcilla convencional con el ladrillo de arcilla con adición del 5%, 10% y 15% de silicato de sodio cálcico reciclado, siendo el prisma de ladrillo de arcilla con adición del 10% que tiene la mayor resistencia a la compresión 37.08kg/cm².

4.5. Comparación económica del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado respecto al ladrillo convencional.

Tabla 21. Análisis de costo unitario del ladrillo sin silicato.

Presupuesto	0102018	Comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado para viviendas unifamiliares, Moyobamba-2020				
Partida						
Rendimiento	und/DIA	1,500.0000	1,500.0000	Costo unitario directo por :	und	0.674
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010008	OPERARIO	hh	0.5000	0.003	70.000	0.210
0101010009	PEON	hh	0.2500	0.001	45.000	0.045
0101010011	AGUA	m3		0.125	0.350	0.044
0101010013	ARCILLA	kg		375.000	0.001	0.375
						0.674

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: La Tabla 21 muestra el costo unitario de un ladrillo de arcilla artesanal sin incorporación de silicato de sodio cálcico reciclado, el cual tiene un costo de elaboración de S/ 0.67 (sesenta y siete céntimos de sol).

Tabla 22. Análisis de costo unitario del ladrillo con silicato.

Presupuesto		Comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado para viviendas unifamiliares, Moyobamba-2020				
Partida						
Rendimiento	und/DIA	1,500.0000	1,500.0000	Costo unitario directo por : und	0.674	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010008	OPERARIO	hh	0.5000	0.003	70.000	0.210
0101010009	PEON	hh	0.2500	0.001	45.000	0.045
0101010011	AGUA	m3		0.125	0.350	0.044
0101010012	SILICATO DE SODIO CÁLCICO RE	kg		50.000	0.001	0.050
0101010013	ARCILLA	kg		325.000	0.001	0.325
						0.674

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Interpretación: La Tabla 22 muestra el costo unitario de un ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de silicato de sodio cálcico reciclado, el cual tiene un costo de elaboración de S/ 0.67 (sesenta y siete céntimos de sol). El cual se afirma que, al ser el mismo costo, la utilidad será igual pero los beneficios serán mucho mayores, ya que es un ladrillo con mejor comportamiento mecánico.

V. DISCUSIÓN

Para Hariharan y Jebaraj (2018), en su investigación “Manufacture of bricks with partial replacement of clay with waste glass powder”. Llegó a la conclusión que añadiendo un 40% de residuo de polvo de vidrio, se obtiene 70KN de resistencia a la compresión. Después de haber realizado los estudios y cálculos correspondientes a esta investigación, se pudo comprobar que la resistencia del ladrillo de arcilla con adición del 10% de silicato de sodio cálcico reciclado, aumenta.

También el estudio realizado por Hidalgo y Poveda (2013), en su investigación titulada “Obtención de adoquines fabricados con vidrio reciclado como agregado”. Concluyen que los adoquines compuestos por vidrio en un 25%, son más resistentes a la compresión. Después de haber realizado los estudios y cálculos, se pudo comprobar que la resistencia del ladrillo de arcilla con adición del 10% de silicato de sodio cálcico reciclado, aumenta.

Asimismo, según el trabajo realizado por Gonzáles y Ponce (2012), en su investigación “Uso de vidrio de desecho en la fabricación de ladrillos de arcilla”. Concluyeron que el ladrillo que contiene un 15% de vidrio en su composición presenta una estructura más compacta, por consiguiente, una resistencia más alta a la compresión, llegando a los 9.73 MPa. Los resultados obtenidos en el laboratorio, nos da una resistencia a la compresión de

Por su parte, Chávez y Millones (2018) en su tesis titulada “Influencia de la adición de vidrio triturado reciclado en las propiedades del ladrillo de arcilla artesanal – distrito de Santa – Áncash”, Teniendo como resultado que los ladrillos que tienen en su composición un 12% de vidrio de forma triturada, tienen propiedades físicas y mecánicas mejorables. Realizado los estudios y cálculos, se pudo comprobar que la resistencia del ladrillo de arcilla con adición del 10% de silicato de sodio cálcico reciclado, aumenta considerablemente.

VI. CONCLUSIONES

- Las características físicas de la materia prima analizadas, son las siguientes: presenta una granulometría que corresponde a 0.00% de grava, 19.85% de arena y 80.15% de finos; presenta un contenido de humedad promedio de 16.33%; así como un límite líquido de 41.45%, un límite plástico de 23.00% y un índice de plasticidad de 18.45%. siendo una arcilla inorgánica de plasticidad baja.
- Después de obtener los resultados de laboratorio en cuanto a las resistencias, siendo el ladrillo de arcilla con incorporación del 10% de silicato de sodio, se puede afirmar que el diseño de mezcla ideal es el siguiente: 2.70kg de arcilla, 1.04 litros de agua y 0.41kg de silicato de sodio cálcico reciclado.
- Los resultados obtenidos en las pruebas de la resistencia a la compresión de los ladrillos de arcilla (f'_b) son de 41.59kg/cm² para el convencional, 51.37kg/cm² para el ladrillo con adición del 5%, 65.31kg/cm² para el ladrillo con adición del 10% y 52.26kg/cm² para el ladrillo con adición del 15% de silicato de sodio cálcico reciclado. Siendo el ladrillo de arcilla con adición del 10% que tiene la mayor resistencia a la compresión 65.31kg/cm², el cual supera los 60kg/cm² que estipula la norma NTP 331.017.
- Los resultados obtenidos en las pruebas de la resistencia a la compresión de prismas de ladrillos de arcilla (f'_m) son de 16.34kg/cm² para el prisma de ladrillo convencional, 21.37kg/cm² para el prisma de ladrillo con adición del 5%, 37.08kg/cm² para el ladrillo con adición del 10% y 30.23kg/cm² para el ladrillo con adición del 15% de silicato de sodio cálcico reciclado. Siendo el prisma de ladrillo de arcilla con adición del 10% que tiene la mayor resistencia a la compresión 37.08kg/cm², el cual supera los 35kg/cm² que estipula la norma E.070
- Los resultados de la comparación económica arrojan que elaborar un ladrillo de arcilla convencional cuesta lo mismo que elaborar un ladrillo de arcilla con incorporación de silicato de sodio cálcico reciclado en su composición (10%) S/ 0.67 (sesenta y siete céntimos de sol). El cual se puede afirmar que, al costar los mismo, la utilidad será igual pero los beneficios serán mucho mayores, ya que es un ladrillo con mejor comportamiento mecánico.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar una materia prima de canteras cercanas a las ladrilleras, con características físicas óptimas.
- Se recomienda a las personas interesadas en el tema, utilizar otros métodos para el diseño de mezcla, para encontrar la dosificación necesaria de los insumos.
- Se recomienda a los futuros investigadores tener en cuenta que el aumento progresivo de adición de silicato de sodio cálcico reciclado disminuye la resistencia a la compresión y la resistencia a la compresión de prismas. Asu vez determinar otros porcentajes para una evaluación óptima.
- El silicato de sodio cálcico se encuentra en todas las presentaciones posibles, tales como: envases, botellas, lunas, ventanas. Por lo que se recomienda reutilizar otros insumos y hacer nuevas investigaciones.
- Se recomienda realizar nuevas investigaciones con otros tipos de ladrillos, con el fin de determinar sus características.

REFERENCIAS

ALMEIDA, Johana y TRUJILLO, Carolina. Principios básicos de la construcción sostenible utilizando vidrio triturado en la elaboración de hormigones. Tesis. Quito: Universidad Central del Ecuador, Carrera de Ingeniería Civil, 2017. 248 pp.

ARBILDO, Brayam y ROJAS Melany. Ensayo de compresión axial y compresión diagonal de especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla (Hércules I) fabricados en la ciudad de Tacna. Tesis. Tacna: Universidad Privada de Tacna, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2017. 77 pp.

BARRANZUELA, Joyce. Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la región Piura. Tesis. Piura: Universidad de Piura, Programa Académico de Ingeniería Civil, 2014. 95 pp.

BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo [en línea]. 2016. [Fecha de consulta: 07 de mayo de 2020]. Disponible en:

https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil

CABRERA, Luz. Comparación de la resistencia de adoquines de concreto y otros elaborados con vidrio reciclado, Cajamarca, 2014. Tesis. Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Carrera de Ingeniería Civil, 2014. 102 pp.

CAREAGA, Juan. Manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes [en línea]. 1° ed. Ciudad de México: Instituto Nacional de Ecología, 1997 [fecha de consulta: 07 de mayo de 2020]. Disponible en:

https://books.google.com.pe/books/about/Manejo_y_reciclaje_de_los_residuos_de_en.html?id=SUjbgQyyxdEC&redir_esc=y ISBN:

9688382302, 9789688382301

CARRASCO, Eduardo. Elaboración de ladrillos ecológicos a partir de arena de sílice y arcillas mixtas procedentes de la Compañía Minera Sierra Central S.A.C. Chacapalpa/Oroya – Yauli – Junín. Tesis. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Metalúrgica y de Materiales, 2018. 107 pp.

CATALÁN, Carlos. Estudio de la influencia del vidrio molido en hormigones grado H15, H20 y H30. Tesis. Valdivia: Universidad Austral de Chile, Escuela de Ingeniería Civil, 2013. 91 pp.

CHÁVEZ, César y MILLONES, Frank. Influencia de la adición del vidrio triturado reciclado en las propiedades del ladrillo de arcilla artesanal – distrito de Santa – Ancash – 2018. Tesis. Chimbote: Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2018. 263 pp.

CORPORACIÓN Aceros Arequipa S.A. Manual del Maestro Constructor. Lima [en línea]. 2010. [Fecha de consulta: 08 de mayo de 2020]. Disponible en: http://www.acerosarequipa.com/fileadmin/templates/AcerosCorporacion/PDF/MANUAL_MAESTRO_CONSTRUCOR.pdf

CORTEZ, Elisa. Estudio de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ sustituyendo el agregado grueso con vidrio triturado tipo sodo cálcico. Tesis. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2017. 107 pp.

DEL RIO, Juan. Materiales de construcción. Barcelona [en línea]. 1975. [Fecha de consulta: 07 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13617/2%20Memoria.pdf>

FLORES, Peter y POMA, Luis. Características físicas y mecánicas de unidades de albañilería ecológicas fabricadas con suelo-cemento en la ciudad de Trujillo. Tesis. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2014. 98 pp.

FLORIANO, Alfredo. Comportamiento estructural de albañilería confinada de bloques de concreto similares a la construcción tradicional de Haití. Tesis. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2015. 102 pp.

GALLEGOS, Héctor y CASABONNE, Carlos. Albañilería estructural [en línea]. 3° ed. Lima: Fondo Editorial PUCP, 2005 [fecha de consulta: 07 de mayo de 2020]. Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=hAseV7yYZG8C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

ISBN: 9972-42-754-4

GARCÍA, Emilia y SUÁREZ, Mercedes. Las arcillas: propiedades y usos. Geología de arcillas [en línea]. Otoño 2020 [fecha de consulta: 10 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://campus.usal.es/~delcien/doc/GA.PDF>

GONZÁLES, María y PONCE, Patricia. Uso de vidrio de desecho en la fabricación de ladrillos de arcilla. Tesis. Durango: Universidad Juárez del Estado de Durango, Escuela de Ciencias de Materiales, 2012. 121 pp.

HARIHARAN, Soul y JEBARAJ, Grey. Manufacture of bricks with partial replacement of clay with waste glass powder. International journal of research in computer applications and robotics [en línea]. Febrero 2018, vol.6. [Fecha de consulta: 06 de mayo de 2020]. Disponible en https://ijrcar.com/Volume_6_Issue_2/v6i201.pdf ISSN: 2320-7345

HIDALGO, Daniel y POVEDA, Ricardo. Obtención de adoquines fabricados con vidrio reciclado como agregado. Tesis. Quito: Universidad Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Mecánica, 2013. 152 pp.

HUSSEIN, Hisham. Properties of fired clay bricks mixed with waste glass. Tesis de postgrado. Gaza: Islamic University of Gaza, Faculty of Engineering, 2016. 92 pp.

INSTITUTO Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Perú). Norma Técnica Peruana 331.017 Unidades de albañilería, ladrillos de arcilla usados en albañilería. Lima: INDECOPI, 2003. 09 pp.

INSTITUTO Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Perú). Norma Técnica Peruana 331.019 Elementos de arcilla cocida, ladrillos de arcilla usados en albañilería, muestreo y recepción. Lima: INDECOPI, 1982. 03 pp.

INSTITUTO Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Perú). Norma Técnica Peruana 399.613 Unidades de albañilería, métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Lima: INDECOPI, 2005. 39 pp.

JIMÉNEZ, Alberto y SALAZAR, Oscar. Transferencia de tecnología a ladrilleras en Cholula elaborando un manual de capacitación y diseñando un horno para pruebas de laboratorio con capacidad para cocer veinte ladrillos de arcilla para

analizar y mejorar el proceso de producción. Tesis. Cholula: Universidad de las Américas Puebla, Escuela de Ingeniería Civil, 2005. 122 pp.

LULICHAC, Fanny. Determinación de las propiedades físico – mecánicas de las unidades de albañilería en la provincia de Cajamarca. Tesis. Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Carrera de Ingeniería Civil, 2015. 137 pp.

MARTÍNEZ, Joffre. Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre un adoquín convencional y adoquines preparados con diferentes fibras: sintética (polipropileno), orgánica (estopa de coco), inorgánica (vidrio). Tesis. Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Ingeniería Civil, 2016. 132 pp.

MAMANI, Ronald. Estudio y evaluación de formulación de mezclas para la obtención de ladrillos de arcilla en la ciudad de Cusco. Tesis. Cusco: Universidad Nacional de San Agustín, Escuela Profesional de Ingeniería de Materiales, 2015. 145 pp.

MENDOZA, Leonides. Evaluación de ladrillo ecológico machihembrado en resistencia, costo y rendimiento para su aplicación en viviendas económicas Huacrachuco 2017. Tesis. Trujillo: Universidad Privada del Norte, Carrera Ingeniería Civil, 2018. 127 pp.

MINISTERIO de Vivienda Construcción y Saneamiento (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica E.070, Albañilería. Lima: MVCS RNE, 2006. 15 pp.

MORENO, Franco. El ladrillo en la construcción [en línea]. 1° ed. Barcelona: CEAC, 1981 [fecha de consulta: 07 de mayo de 2020]. Disponible en: [https://www.iberlibro.com/Ladrillo-Construccion-MORENO-](https://www.iberlibro.com/Ladrillo-Construccion-MORENO-CEAC/889105724/bd)

CEAC/889105724/bd

ISBN

10: 8432921130

MUSHRIH, Sadoon. The use of waste glass as fine aggregate replacement in concrete block. Tesis de postgrado. Malasia: Universiti Sains Malaysia, School of Civil Engineering, 2011. 87 pp.

PARIGUAMÁN, Alex. Correlación entre las propiedades mecánicas de los adoquines ecológicos fabricados con agregados reciclados y adoquines convencionales. Tesis. Quito: Universidad Central del Ecuador, Carrera de Ingeniería Civil, 2017. 216 pp.

PEÑAFIEL, Daniela. Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear vidrio molido reciclado molido en reemplazo parcial del agregado fino. Tesis. Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Ingeniería Civil, 2016. 114 pp.

RAMÍREZ, Isaac. Elaboración de placas prefabricadas en base a cemento-arena-malla de acero, para muros y tabiquerías en la construcción de viviendas económicas, Moyobamba 2017. Tesis. Moyobamba: Universidad César Vallejo, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, 2017. 113 pp.

RUÍZ, Deisy. Influencia de la adición de vidrio triturado en la resistencia a la compresión axial de un ladrillo de arcilla artesanal de Cajamarca, 2015. Tesis. Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Carrera de Ingeniería Civil, 2015. 116 pp.

SAN BARTOLOMÉ, Ángel. Construcciones de albañilería – comportamiento sísmico y diseño estructural [en línea]. 1° ed. Lima: Fondo Editorial PUCP, 1994 [fecha de consulta: 08 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/72> ISBN: 84-8390-965-0

SCHNEIDER, Robert. Reinforced masonry desing [en línea]. 1° ed. Nueva Jersey: Pretince Hall, 1994 [fecha de consulta: 07 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.iberlibro.com/9780137717330/Reinforced-Masonry-Design-Prentice-Hall-civil-0137717334/plp> ISBN 10: 0137717334

TAMAYO, Rocío. Uso del vidrio reciclado sodo-cálcico como reforzante en ladrillos de arcilla cocida. Tesis. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa: Escuela Profesional de Ingeniería de Materiales, 2012. 195 pp.

VALDIVIA, Rodrigo. Evaluación de las características físico mecánicas de ladrillos tipo IV compuesto de arena gruesa y de polímeros PET en base a la norma técnica E-070. Tesis. Cusco: Universidad Andina del Cusco, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2019. 141 pp.

VILLAVICENCIO, Carlos. Diseño de una propuesta de solución a la problemática de los residuos sólidos urbanos en el Municipio de la ciudad de Moyobamba, 2015. Tesis. Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, 2015. 85 pp.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA			
Título: Comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado para viviendas unifamiliares, Moyobamba-2020			
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES GENERALES
¿En qué medida influye la incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado en el comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal para viviendas unifamiliares, Moyobamba-2020?	Analizar la influencia del comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado para viviendas unifamiliares, Moyobamba-2020.	La incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado influirá significativamente en el comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal para viviendas unifamiliares, Moyobamba-2020.	Incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado. Comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLES ESPECÍFICAS
a) ¿Cuáles son las características físicas de la materia prima a utilizar en la elaboración de un ladrillo de arcilla artesanal?	Analizar las características físicas de la materia prima a utilizar en la elaboración de un ladrillo de arcilla artesanal.	Las características físicas de la materia prima a utilizar en la elaboración de un ladrillo de arcilla artesanal serán óptimas.	Características físicas de la materia prima.
b) ¿Cuál es el diseño de mezcla ideal para la elaboración de un ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado en las proporciones del 5%, 10% y 15%?	Determinar el diseño de mezcla ideal para la elaboración de un ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado en las proporciones del 5%, 10% y 15%.	La incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado del 5%, 10% y 15% mejorará el diseño de mezcla para la elaboración de un ladrillo de arcilla artesanal.	Porcentaje de Silicato de Sodio Cálcico reciclado.
c) ¿Cuál es la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado en comparación del ladrillo de arcilla artesanal convencional?	Determinar la resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado y del ladrillo de arcilla artesanal convencional.	La resistencia a la compresión del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado superará al del ladrillo de arcilla artesanal convencional.	Silicato de Sodio Cálcico reciclado. Resistencia a la compresión.
d) ¿Cuál es la resistencia a la compresión de prismas del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado en comparación del ladrillo de arcilla artesanal convencional?	Determinar la resistencia a la compresión de prismas del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado y del ladrillo de arcilla artesanal convencional.	La resistencia a la compresión de prismas del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado superará al del ladrillo de arcilla artesanal convencional.	Silicato de Sodio Cálcico reciclado. Resistencia a la compresión de prismas.
e) ¿Cuál es la comparación económica del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado respecto al ladrillo convencional ?	Determinar la comparación económica del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado respecto al ladrillo convencional.	El ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado será más económico respecto al ladrillo convencional.	Comparación económica.

Fuente: *Elaboración propia del tesista.*



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Mg. Lavado EnriqueZ, Juana Maribel

Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo

Especialidad : Ingeniera Civil

Instrumento de evaluación : Análisis granulométrico y contenido de humedad de la arcilla.

Autor (s) del instrumento (s) : Saldaña Canlla, Luis Adolfo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						49

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INSTRUMENTO ES VÁLIDO, PUEDE SER APLICADO.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

49

Moyobamba, 8 de Junio del 2020


 J. Maribel Lavado Enriquez
 INGENIERO CIVIL
 CEP: 85830



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Mg. Torres Badales, Lyta Victoria
 Institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
 Especialidad: Ingeniera Civil
 Instrumento de evaluación: Resistencia a la compresión (fb) y resistencia a la compresión de prismas (fm)
 Autor (s) del instrumento (s): Saldaña Cancia, Luis Adolfo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL					48	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)


III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es válido para ser aplicado a la población de estudio, puesto que cumple con los criterios metodológicos.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

48

Tarapoto, 10 de Julio del 2020


 Mg. Lyta Victoria Torres Badales
 Maestra Gestión Pública
 CIP 85835

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Dra. Sandoval Vergara, Ana Noemi

Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo - Tarapoto

Especialidad : Docente en Metodología

Instrumento de evaluación : Resistencia a la compresión (fb) y resistencia a la compresión de prismas (fm)

Autor (s) del instrumento (s) : Saldaña Canlla, Luis Adolfo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN
MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL LADRILLO DE ARCILLA ARTESANAL.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL					40	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es válido para ser aplicado a la población de estudio; puesto que, cumple con los criterios metodológicos.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

40

Tarapoto 12 de julio de 2020



DRA. ANA H. SANDOVAL VERGARA

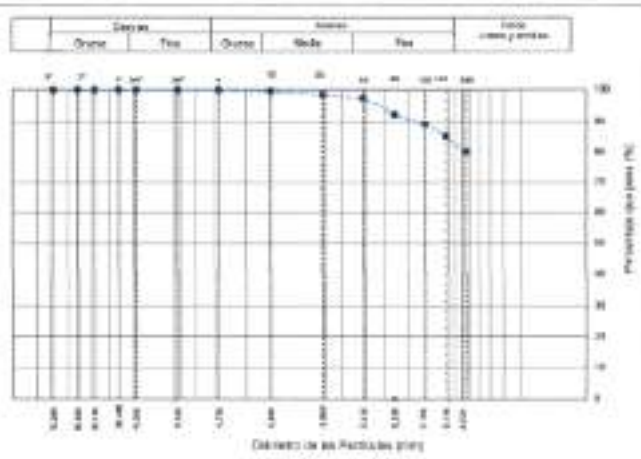
 DOCENTE

 CEP 4311

	INFORME	Código	CS-SRCS-01
	ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN FÍSICA PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	Versión	01
		Fecha	Oct-2020
		Página	1 de 1

Proyecto	Comparamiento mecánico del lodillo de arcilla artesanal con incorporación de Sílice, de lodillo COMASA reciclado para viviendas unifamiliares, Moyabamba - 2020	Muestreado por:	L. Saldano
Substrato	Luis Adolfo Saldano Carillo	Ensayado por:	J. Pezo
Cliente	Luis Adolfo Saldano Carillo	Fecha de Emisión:	Oct 20
Ubicación de Proyecto	Districto de Moyabamba, Provincia de Moyabamba, San Martín, Perú.	Temas	CLM
Materia	Carretera La Ollera Nécor.		
Cantidad de Muestra	1 A/CÑO	Profundidad:	---
Diámetro / Calibre	0-01	Humedad:	---
Nº de Muestra	M-01	Estado:	---
Proyecto	---	Cobro:	---

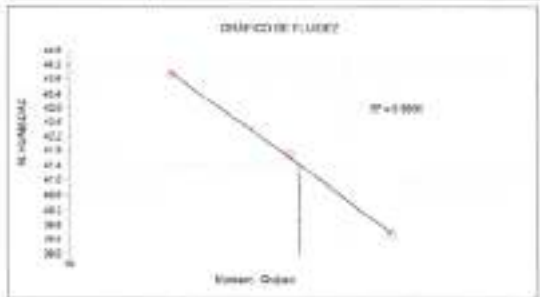
TAMIZO	ABERTURA mm	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC. GRAD "B"
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	100.0	
1"	25.400	100.0	
3/4"	19.000	100.0	
2 1/4"	6.300	100.0	
Nº 4	4.750	100.0	
Nº 10	2.000	99.7	
Nº 20	0.840	98.6	
Nº 40	0.425	97.4	
Nº 60	0.250	92.2	
Nº 100	0.150	89.1	
Nº 140	0.104	85.3	
Nº 200	0.075	80.1	



CONTENIDO DE HUMEDAD (H)	14.3%
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 ± 0.5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	CL - Arcilla de alta plasticidad
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Muestra ensayada en laboratorio de CONSULTORA SELVA

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	Tecado al sitio a 110 ± 0.5°C
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado convencional
TAMIZ SEPARADOR	Nº 4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITE LÍQUIDO	41.45
LÍMITE PLÁSTICO	23.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	18.45
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (CI)	1.4
ÍNDICE DE HUMEDAD (H)	-0.4
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	CL
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-7.4 (P)
NOMBRE DEL GRUPO	Arcilla de baja plasticidad con arena

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	0.0
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	19.26
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	80.74

CONSULTORA SELVA		
TÉCNICO LABORATORIO  Jorge Pezo Dávila Técnico Especialista en Suelos y Pavimentos	PROFESIONAL RESPONSABLE (PR)  Carlos A. Arévalo Ayachi INGENIERO CIVIL CIP N° 179298	OFICINA



CONSULTORÍA SELVA


Consultores en Ingeniería Geotécnica y Ensayo de Materiales

Paseo Sargentos Tejada lote 36-A Mz. 5190 Barrio Bolán - Distrito y Provincia de Moyobamba - Región San Martín

Celular: 992276779 E - mail: consultoriaselva@hotmail.com

HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216; MTC E 108			
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			
<p>Tesis: Comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado para viviendas unifamiliares; Moyobamba - 2020 Tesisista: Luis Adolfo Saldaña Carilla. Ubicación: Distrito de Moyobamba, provincia de Moyobamba, Departamento San Martín - Perú. Material: Cantera Ladrillera Pérez. Calicata: C-01 Muestra: M-01</p>		<p>Ing Responsable: Carlos Augusto Arevalo Ayachi. Técnico de Laboratorio: Jorge Pezo Dávila Fecha: Oct-2020</p>	
DATOS			
N° de Muestra	M - 01	M - 02	M - 03
N° de Recipiente	50	55	68
Peso de Mat. Húmedo + Tara (Gr.)	145.10	145.00	145.05
Peso de Mat. Seco + Tara (gr.)	130.15	130.29	129.89
Peso de Tara (gr.)	38.15	39.12	38.62
Peso de Agua (gr.)	14.95	14.71	15.16
Peso Mat. Seco (gr.)	92.00	91.17	91.27
Humedad Natural (%)	16.25	16.33	16.61
Promedio de Humedad Natural (%)	16.33		
Clasificación SUICS: "CL"			
Observaciones: Las muestras fueron recolectas y transportadas por el solicitante.			


Jorge Pezo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos


Carlos A. Arevalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP N° 179298



CONSULTORÍA SELVA

Consultores en Ingeniería Geotécnica y Ensayo de Materiales

Paseje Sargentos Tejeda N° lote 36-A m2 5198 Barrio Belén - Distrito y Provincia de Moyobamba - Región San Martín
Celular: 992276779 E - mail: consultoriaselva@hotmail.com

Tests

: Comparamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de sílicato de sodio calcico reciclado para viviendas unifamiliares. - Moyobamba - 2020

Tecnicista

: Luis Acosta Valdeña Corilla,

Biblicación

: Distrito de Moyobamba, provincia de Moyobamba, Departamento San Martín - Perú.

Fecha

: Octubre del 2020

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE LADRILLOS DE ARCILLA - NTP 331.017

LADRILLO CONVENCIONAL

Código de Muestra	Largo [cm]	Ancho [cm]	Alto [cm]	Área bruta [cm ²]	Carga (Kg)	f _b (kg/cm ²)	Promedio f _b	Observaciones
LC-01	22.73	12.60	9.75	286.40	10,365.69	36.19	41.59	NO CUMPLE
LC-02	23.05	12.65	9.81	291.58	8,612.96	29.54		
LC-03	23.45	12.56	9.87	294.53	11,735.37	39.84		
LC-04	23.11	12.39	9.79	286.33	12,128.75	42.36		
LC-05	23.35	11.39	9.83	265.96	15,957.13	60.00		


Jorge Fezo Davila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos


Carlos A. Arévalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP N° 179218



CONSULTORÍA SELVA

Consultores en Ingeniería Geotécnica y Ensayo de Materiales

Paseo Sargento Tejada N° lote 36-A sur 5190 Barrío Boleón - Distrito y Provincia de Moyabamba - Región San Martín
Celular: 952276779 E - mail: consultoriaselva@hotmail.com

Tesis : Comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de silicato de Sodio Cálcico reciclado para viviendas unifamiliares - Moyabamba - 2020
Tesista : Luis Adolfo Salcedo Carilla
Ubicación : Distrito de Moyabamba, provincia de Moyabamba, Departamento San Martín - Perú.
Fecha : Octubre del 2020

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE LADRILLOS DE ARCILLA - NTP 331.017

LADRILLO CON ADICIÓN DE 5 % DE SILICATO DE SODIO CÁLCICO RECICLADO

Código de Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área Bruta (cm ²)	Carga (Kg)	f _b (kg/cm ²)	Promedio f _b	Observaciones
SSCR-5%-01	23.25	11.06	9.85	257.15	19,051.22	74.09	51.27	NO CUMPLE
SSCR-5%-02	23.10	11.57	9.93	267.27	7,385.76	27.63		
SSCR-5%-03	22.85	11.51	10.11	263.03	16,254.25	61.80		
SSCR-5%-04	23.64	11.39	10.15	269.26	12,985.75	48.23		
SSCR-5%-05	22.98	11.55	9.64	264.26	11,918.18	45.10		


Jorge Pezo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos


Carlos A. Arevalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP N° 179298



CONSULTORÍA SELVA

Consultores en Ingeniería Geotécnica y Ensayo de Materiales


Paseo Sargento Tejada N° Jefe 36-A en 5190 Barrío Belice - Distrito y Provincia de Moyobamba - Región San Martín
Celular: 992276779 E - mail: consultoriaselva@hotmail.com

Tesis : Comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado para viviendas unifamiliares. Moyobamba - 2020
Tesis : Luis Adolfo Saldaña Carillo.
Ubicación : Distrito de Moyobamba, provincia de Moyobamba, Departamento San Martín - Perú.
Fecha : Octubre del 2021

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE LADRILLOS DE ARCILLA - NIP 331.017

LADRILLO CON ADICIÓN DE 10 % DE SILICATO DE SODIO CÁLCICO RECICLADO

Código de Muestra	largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área Bruta (cm ²)	Carga (Kg)	f _b (kg/cm ²)	Promedio f _b	Observaciones
SSCR-10%-01	23.63	11.95	9.78	283.09	17,895.95	63.22	65.31	CUMPLE
SSCR-10%-02	23.28	11.75	10.02	273.54	26,126.35	95.52		
SSCR-10%-03	22.75	11.75	10.15	267.31	14,116.25	52.82		
SSCR-10%-04	23.36	12.01	10.32	280.55	17,376.58	61.94		
SSCR-10%-05	23.01	12.05	10.55	277.27	14,305.63	53.04		


Jorge Fezo Davila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos


Carlos A. Arevalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP N° 179298



CONSULTORÍA SELVA

Consultores en Ingeniería Geotécnica y Ensayo de Materiales


Pasejo Sargento Tejada N° lote 36-A sur 5199 Barrio Selem - Distrito y Provincia de Moyobamba - Región San Martín
Celular: 9922276779 E - mail: consultoriaselva@hotmail.com

Título : Comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de sílice de Sodio Cálcico reciclado para viviendas unifamiliares - Moyobamba - 2020
Testero : Luis Adolfo Trujillo Carillo
Ubicación : Distrito de Moyobamba, provincia de Moyobamba, Departamento San Martín - Perú.
Fecha : Octubre del 2020

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE LADRILLOS DE ARCILLA - NTP 331.017

LADRILLO CON ADICIÓN DE 15 % DE SILICATO DE SODIO CÁLCICO RECICLADO

Código de Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Área Bruta (cm ²)	Carga (kg)	f _b (kg/cm ²)	Promedio f _b	Observaciones
SSCR-15%-01	22.85	11.96	9.80	273.74	16,198.25	59.17	52.26	NO CUMPLE
SSCR-15%-02	23.50	11.89	10.14	279.42	9,801.11	35.08		
SSCR-15%-03	22.85	12.02	9.85	274.66	16,134.25	58.74		
SSCR-15%-04	22.78	12.14	9.98	276.55	13,832.32	50.09		
SSCR-15%-05	22.98	12.55	10.10	288.40	16,785.42	58.20		


Jorge Pezo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos


Carlos A. Arévalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP N° 179298



CONSULTORÍA SELVA

Consultores en Ingeniería Geotécnica y Ensayo de Materiales

Paseo Sargento Tejada N° lote 36-A az 0190 Barrío Belén - Distrito y Provincia de Moyabamba - Región San Martín
Celular: 992276779 E-mail: consultoriaselva@hotmail.com

Tesis : Comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Sílicato de Sodio Colérico reciclado para viviendas unifamiliares - Moyabamba - 2020
Tesis : Luis Acosta Saldaña Canillo.
Ubicación : Distrito de Moyabamba, provincia de Moyabamba, Departamento San Martín - Perú.
Fecha : Octubre del 2020

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES DE LADRILLOS DE ARCILLA - NTP 331.017

PRISMAS DE LADRILLO CONVENCIONAL F'M

Código de Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área Bruta (cm ²)	Carga (Kg)	f _b (kg/cm ²) con factor de conexión	f _m (Mpa)
PC-01	23.00	12.15	279.45	4,728.45	17.65	1.73
PC-02	23.15	11.85	273.86	5,625.61	22.00	2.16
PC-03	23.48	12.10	284.11	4,185.18	15.46	1.52
PC-04	22.93	11.90	272.87	4,914.82	18.74	1.84
PC-05	22.69	11.91	270.24	5,752.21	22.02	2.16


Jorge Pezo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos


Carlos A. Arévalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP N° 178298



CONSULTORÍA SELVA

Consultores en Ingeniería Geotécnica y Ensayo de Materiales

Paseo Sargento Tejada N° lote 38-A sur 5160 Barrio Isidoro - Distrito y Provincia de Moyabamba - Región San Martín
Celular: 992276779 E - mail: consultor@selva.net.pe

Teñis

1 Comparamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado para viviendas unifamiliares , Moyabamba - 2020

Teñista

1 Luís Adolfo Solórzano Canilla

Ubicación

1 Distrito de Moyabamba, provincia de Moyabamba, Departamento San Martín - Perú.

Fecha

1 Octubre del 2020

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE LADRILLOS DE ARCILLA - NTP 331.017

PRISMAS DE LADRILLO CON ADICIÓN DE 5 % DE SILICATO DE SODIO CÁLCICO RECICLADO

Código de Muestra	largo (cm)	Ancho (cm)	Área Bruta (cm ²)	Carga (Kg)	F _b (kg/cm ²) con factor de corrección	f _m (Mpa)
PP-5%-01	22,72	11,90	270,37	5,935,62	22,68	2,23
PP-5%-02	23,34	11,85	276,58	6,134,73	30,14	2,96
PP-5%-03	22,97	11,79	270,82	5,784,32	22,09	2,17
PP-5%-04	23,42	11,92	279,17	9,325,20	34,85	3,42
PP-5%-05	22,71	11,82	268,43	6,374,25	24,45	2,40


Jorge Pezo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos


Carlos A. Arévalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP N° 179298



CONSULTORÍA SELVA

Consultores en Ingeniería Geotécnica y Ensayo de Materiales

Paseo Sargento Trujillo N° lote 36-A sur 5190 Barrío Belén - Distrito y Provincia de Moyabamba - Región San Martín
Celular: 982276779 E - mail: consultoriaselva@hotmail.com

Testis

: Comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla artesanal con incorporación de sílice de Sodio Cálcico reciclado para viviendas unifamiliares, Moyabamba - 2020

Testido

: Luis Adolfo Saldívar Carilla

Ubicación

: Distrito de Moyabamba, provincia de Moyabamba, Departamento San Martín - Perú.

Fecha

: Octubre del 2020

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES DE LADRILLOS DE ARCILLA - NTP 331.017

PRISMAS DE LADRILLO CON ADICIÓN DE 10 % DE SILICATO DE SODIO CÁLCICO RECICLADO

Código de Muestra	largo (cm)	Ancho (cm)	Área Bruta (cm ²)	Carga (Kg)	F _b (kg/cm ²) con factor de corrección	f _m (Mpa)
PP-10%-01	22.94	12.05	276.43	9.751.25	36.01	3.53
PP-10%-02	22.94	11.87	272.30	10.751.25	40.21	3.94
PP-10%-03	23.18	12.28	284.65	10.625.36	38.76	3.80
PP-10%-04	23.07	11.97	276.15	11.324.24	41.74	4.09
PP-10%-05	23.26	11.87	276.10	10.625.36	39.21	3.85


Jorge Pazo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos


Carlos A. Arévalo Ayachi
INGENIERO CIVIL
CIP N° 179298



CONSULTORÍA SELVA

Consultores en Ingeniería Geotécnica y Ensayo de Materiales

Paseo Sargento Tejada N° lote 35-A m2 5190 Barras Viejas - Distrito y Provincia de Moyabamba - Región San Martín
Celular: 992276779 E-mail: consultoriaselva@hotmail.com

Tesis

: Comportamiento mecánico del ladrillo de arcilla onicameal con incorporación de Silicato de Sodio Cálcico reciclado para viviendas unifamiliares, Moyabamba - 2020

Tesista

: Luis Acosta Saldaña Coruña

Ubicación

: Distrito de Moyabamba, provincia de Moyabamba, Departamento San Martín - Perú.

Fecha

: Octubre del 2022

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES DE LADRILLOS DE ARCILLA - NTP 331.017

FRISMAS DE LADRILLO CON ADICIÓN DE 15 % DE SILICATO DE SODIO CÁLCICO RECICLADO

Código de Muestra	largo (cm)	Ancho (cm)	Área Bruta (cm ²)	Carga (Kg)	F _b (kg/cm ²) con factor de corrección	F _m (Mpa)
PP-15%-01	23.08	12.02	277.42	9.451.89	35.52	3.48
PP-15%-02	23.12	12.33	285.07	9.134.50	32.77	3.22
PP-15%-03	23.20	11.89	276.80	8.256.41	30.56	3.00
PP-15%-04	23.11	11.85	273.85	8.453.62	31.60	3.10
PP-15%-05	23.17	12.11	280.59	8.425.36	30.76	3.02


Jorge Pezo Dávila
Técnico Especialista en
Suelos y Pavimentos


Carlos A. Arévalo Dyachi
INGENIERO CIVIL
CIP N° 173298

PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 1: se aprecia el silicato de sodio cálcico reciclado triturado antes de ingresar a la máquina de abrasión Los Ángeles, para ser molido.



Foto 2: se aprecia al tesista en el laboratorio de mecánica de suelos junto al silicato de sodio cálcico reciclado triturado antes de ingresar a la máquina de abrasión Los Ángeles, para ser molido.



Foto 3: se aprecia al tesista en el laboratorio de mecánica de suelos junto al silicato de sodio cálcico reciclado triturado ingresando a la máquina de abrasión Los Ángeles, para ser molido.



Foto 4: se aprecia al tesista realizando el análisis granulométrico por tamizado en de la arcilla recolectada de la cantera.



Foto 5: se aprecia al tesista utilizando la copa de casa grande para la determinación del índice de plasticidad de la arcilla recolectada de la cantera.



Foto 6: se aprecia al tesista realizando el ensayo para el contenido de humedad de la arcilla recolectada de la cantera.



Foto 7: Codificación de los ladrillos de arcilla.



Foto 8: Codificación de las pilas de ladrillos de arcilla.



Foto 9: Verificación de los ladrillos para el ensayo de la resistencia a la compresión.



Foto 10: Resistencia a la compresión de prismas de ladrillo con 10% de silicato cálcico reciclado.