

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Las Propiedades físicas y mecánicas de ladrillo ecológico
suelo – cemento fabricadas con adición de 20% de aserrín de
madera para muros no portantes en la ciudad de Huaraz-
2016.**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor:

Ramirez Bernachea, Luis Albino

Asesor:

Flores Reyes, Gumerindo

Huaraz – Perú

2018

PALABRA CLAVE

Tema	Ladrillos Ecológicos
Especialidad	Tecnología de Materiales

KEYWORD

Theme	Ecological Bricks
Specialty	Materials Technology

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Código	Línea
1.0.	Ingeniería
2.0.	Ingeniería y tecnología
2.1.	Ingeniería civil

**Propiedades físicas y mecánicas de ladrillo ecológico suelo –
cemento fabricadas con adición de 20% de aserrín de madera
para muros no portantes en la ciudad de Huaraz – 2016**

Resumen

El objetivo de esta investigación es determinar las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos ecológicos (suelo - cemento) con adición de aserrín de madera, para emplearlos en los muros no portantes de tabiquería, como una alternativa a remplazar a los materiales ya existentes, a estas unidades de ladrillo se podrá emplear en diferentes tipos de la construcción.

La presente investigación tuvo como propósito elaborar un prototipo que permita realizar las pruebas experimentales, a base de ensayos de laboratorio, de tal manera que permita determinar las características del suelo, cemento y aserrín de madera. Para ello se utilizaron los principios de la Norma E- 070 de RNE – Albañilería y otras normas que permita analizar la calidad de las unidades de ladrillo ecológico, que las mismas unidades tendrán características alveolares los cuales permitirá su aplicación en una construcción de albañilería armada.

Luego de someter a los ensayos de laboratorio y procesar los datos se obtuvo los resultados confiables válidos, de esta manera llegando a superar las características físicas y mecánicas de ladrillo tipo I aproximándose de muy cerca al ladrillo tipo II, el mismo que permitirá a emplear los ladrillos ecológicos en los muros de tabiquería (muros no portantes). en esta ciudad de Huaraz los mismos que tienen propiedades resistentes, que estén dentro de la norma y que sean económicas al alcance población más necesitada. Asimismo, se interpretó los resultados estadísticos de los ensayos realizados para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico suelo cemento fabricadas con adición del 20% de aserrín de madera para muros no portantes.

Abstract

The objective of this research is to determine the physical and mechanical properties of ecological bricks (soil - cement) with the addition of wood sawdust, to be used in non - load - bearing walls as an alternative to replacing existing materials. Brick units can be used in different types of construction.

The present research had as purpose to elaborate a prototype that allows to realize the experimental tests, based on laboratory tests, in such a way that allows to determine the characteristics of the soil, cement and wood sawdust. For this purpose, the principles of E-070 of RNE - Masonry and other standards were used to analyze the quality of the brick units, that the same units will have alveolar characteristics which will allow their application in an armed masonry construction.

After submitting to the laboratory tests and processing the data, the valid reliable results are obtained, thus surpassing the physical and mechanical characteristics of type I brick approaching very close to type II brick, which will allow to use the Ecological bricks in walls of partition walls (walls not bearing). In this city of Huaraz the same ones that have resistant properties that are within the norm and that are affordable to reach population most needed. Likewise, the statistical results of the tests carried out for the determination of the physical and mechanical properties of the ecological brick floor cement manufactured with the addition of 20% of wood sawdust for non-bearing walls were interpreted.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

Palabra clave.....	i
Keyword	i
Línea de investigación.....	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract.....	iv
ÍNDICE GENERAL	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA.....	18
III. RESULTADOS	39
IV. DISCUSIÓN RESULTADOS	52
V. CONCLUSIONES	56
VI. RECOMENDACIONES.....	60
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
VIII. ANEXOS Y APENDICES.....	65
IX. FOTOS.....	82

Índice de tablas

Tabla I-1 composición del suelos según las investigación de tesistas	8
Tabla I-2 dosificación en volúmenes en porcentajes de tesistas	9
Tabla I-3 dosificación de mezcla en volúmenes delos investigadores	9
Tabla I-4 Operacionalización de variable dependiente	16
Tabla I-5 Operacionalización de variable independiente	17
Tabla II-1 Número de muestras para cada ensayo	20
Tabla II-2 Resistencia a considerar para ensayo	20
Tabla II-3 Dosificación de muestra patrón	21
Tabla II-4 Dosificación de muestra experimental	22
Tabla II-5 Resultado de la muestra se suelo para la investigación	23
Tabla II-6 Dosificación de la mezcla de mortero para la construcción de especímenes	27
Tabla III-1 Resultados de la granulometría de muestra del suelo	39
Tabla III-2 Resultados del contenido de la humedad natural del suelo	39
Tabla III-3 Resultado de límites de consistencia e índice plástico	40
Tabla III-4: Resultado De Fluorescencia De Rayos X De Las Arcilla	40
Tabla III-5 Variación de dimensiones del ladrillos ecológicos	42
Tabla III-6 Resultados de densidad de espécimen patrón	43
Tabla III-7 Resultados de densidad de la muestra experimental	44
Tabla III-8 Resultado de absorción de la muestra patrón	45
Tabla III-9 Resultados de succión de muestra patrón	46
Tabla III-10 resultados de succión de muestra experimental	46
Tabla III-11 Resultados de compresión simple de unidades ecológicas de la muestra patrón	47
Tabla III-12 Resultados a compresión simple de unidades ecológicas experimental	48
Tabla III-13 Resultado de compresión simple axial de pilas de muestra patrón	49
Tabla III-14 Resultado de compresión simple axial de pilas de muestra experimental	49

Tabla III-15 Resultados de ensayo compresión diagonal de murete de espécimen patrón	50
Tabla III-16 Resultados de ensayo compresión diagonal de murete de espécimen patrón	51

Índice de imágenes

Figura 1: Equipo triturados de martillo	24
Figura 2: Aproximación de humedad optima, método de puño	25
Figura 3: proceso de producción de unidades ecológicas	26
Figura 4: medición de dimensión de unidades ecológicas	28
Figura 5: medicino de alabeo	29
Figura 6: Peso de la unidad ecológica	29
Figura 7. Secado de las unidades en el horno	30
Figura 8: Saturación de los ladrillos	31
Figura 9: nos muestra la realización de succión	31
Figura 10: ensayo a compresión simple de unidades ecológicas	32
Figura 11: Luego de someter a ensayo	33
Figura 12: Ensayo a compresión de pilas	34
Figura 13: Luego de someter a ensayo el espécimen de pilas	34
Figura 14: Imagen, dela falla de muestra experimental	35
Figura 15: dela falla de muestra experimental	35
Figura 16: Colocación para el ensayo de compresión diagonal de murete	36
Figura 17: Alineamiento para someter la carga al muerete	37
Figura 18: Falla típico en muestra patrón	38
Figura 19: Falla típico en muestra patrón	38
Figura 20: Promedio de dimensiones de ladrillo ecológico	42
Figura 21: Variación dimensional y dispersión de resultados	43
Figura 22. Variación dimensional en mm	43
Figura 23: Densidad seca de ladrillo, patrón y experimental	45
Figura 24: Ensayo de absorción de patrón y experimental	46

Figura 25: Ensayo de succión de muestra patrón y experimental	47
Figura 26: Compresión simple de unidades ecológicas	48
Figura 27: Compresión axial de pilas de la muestra patrón y experimental	50
Figura 28: Compresión diagonal de muretes de la muestra patrón y experimental	51

I. INTRODUCCIÓN

Como antecedentes se aborda a las investigaciones más relevantes para esta investigación, en España, Cabo (2011), en su tesis “Ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción” abordaron temas de la bio construcción para concienciar que el desarrollo de una ingeniería más sostenible es posible, donde se propone que los ladrillos puzolánicos sin cocción se constituyeron como material de construcción sostenible con gran capacidad de cubrir necesidades actuales y futuras de la sociedad para ello se utilizó la cal hidratada natural, cemento portland y residuos como cascarilla de arroz y las ceniza de cascara de arroz como sub producto de la generación de la biomasa, y se obtuvo un producto de buenos resultados con respecto a las propiedades mecánicas como resistencia a la compresión y a inmersión en agua y un excelente durabilidad frente a cambio de temperaturas.

En otros lugares de investigación como, en Venezuela, Padrón y Ruiz (2015) en su tesis titulada “Análisis del bloque de tierra comprimida como material alternativo y sostenible para la construcción” abordaron como objetivo principal encontrar sistemas constructivos alternativos y que sean amigables con el medio ambiente, para ello elaboraron bloque de suelo cemento, aplicando normas establecidas como, en Colombia (NTC5324 – 2005) y la norma técnica Brasileña (NBR 10834-1994) donde se estableció requisitos mínimos de estos materiales para ser empleados en la construcción. Tuvieron como conclusión que los bloques de tierra alcanzaron una buena resistencia a la compresión axial cumpliendo así con las normas aplicadas en su elaboración y se determina como un material alternativo para su uso en edificaciones simples de viviendas de interés social.

Y por otro lado también a nivel nacional, en Trujillo, Abanto y Akarley (2014) en su tesis denominada “características físicas y mecánicas de unidades de albañilería ecológicas fabricadas con suelo cemento en la ciudad de Trujillo” tuvieron como objetivo principal determinar las características de unidades

ecológicas elaborando un prototipo para realizar pruebas experimentales donde se realizó un diseño de mezcla suelo cemento luego realizaron ensayos según su metodología de su trabajo teniendo como conclusión que las unidades ecológicas superan en resistencia a las unidades de ladrillo artesanal, para ello realizaron los ensayos y comparaciones según la norma E – 070 RNE, además se tuvo como referencia una investigación desarrollada por el departamento de informática 2013 – SENCICO el cual solo utilizó 10% de cemento en su diseño de mezclas obteniendo resultados aceptables.

Así mismo, en Lima, Rojas y Vidal (2014) en su tesis “comportamiento sísmico de un módulo de dos pisos reforzado y construido con ladrillos ecológicos prensados” tuvieron como objetivo principal estudiar de manera experimental el comportamiento sísmico de un material no convencional como ladrillo ecológicos prensados, los cuales fueron elaborados con una mezcla de suelo cemento y agua, fabricadas con una prensa hidráulica de una fuerza de 7 toneladas para ello se abordaron los principios de la norma de albañilería de manera que se pudo comprobar si con los ladrillos ecológicos y con un refuerzo adecuado se puede construir viviendas, para ello se utilizaron las unidades ecológicas los mismos que permitieron realizar refuerzos verticales y horizontales por las característica geométricas que tienen el mismo, además se realizaron los ensayos según la norma encontrándose a estas unidades en el rango de ladrillo tipo III por la resistencia que presentó.

De acuerdo a lo abordado los antecedentes esta la presente investigación justifica en lo económico, social y ambiental

Debido al avance de la tecnología de materiales en el campo de la ingeniería, y con la aparición de ladrillos cocidos que datan desde hace más 5000 años (Brick development associaton,2009), se han venido dejando de lado poco a poco los materiales solo compuesto por tierra, tal como el adobe, pero: estos ladrillos ya sean industriales y/o artesanales fueron en su proceso de fabricación generando gran

cantidad calor, liberando gases como CO₂, lo cual representó un problema ecológico, por ello aparece la necesidad de desarrollar una ingeniería, que ofrezcan ventajas, que sean amigables y ecológicas con el medio ambiente. Este concepto de ingeniería propuso con el desarrollo de esta investigación al ladrillo ecológico de suelo cemento con adición de aserrín, sin cocción, con el resultado de este material se desea cubrir las necesidades actuales y futuras de la sociedad y que estén disponibles y cerca en lugares de construcción, y así optimizar el uso de los agregados, aglomerantes, equipos, mano de obra y recursos.

Con la propuesta planteada se pretende proveer información preliminar del comportamiento de unidades de ladrillo ecológico a ser utilizadas en esta ciudad de Huaraz con base a ofrecer materiales resistentes ante eventos sísmicos de igual modo ofrecer pautas para futuras investigaciones

Por lo indicado en líneas arriba, la justificación económica de la presente investigación es viable, porque no representa un gasto exorbitante en su investigación. Por qué el investigador tiene a su alcance los laboratorios de la Universidad San Pedro para realizar los ensayos estándar y la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) en la ciudad de Lima para los ensayos que se ameritan realizarlo allí, ambas instituciones realizaron un descuento por ser una investigación de tesis.

La elaboración de ladrillo ecológico suelo cemento con adición de aserrín de madera, sin cocción son económicas por las características geométricas que presentan, son unidades de 25 x 12.5 x 7 cm, fáciles de manipular con una sola mano, además tiene dos orificios verticales de 6 cm de diámetro, los cuales permiten colocar refuerzos de acero verticales, adaptándose a sistema de construcción varillada según norma E – 070 RNE, lo cual garantiza la distribución de fuerzas verticales en forma distribuida además por los mismos orificios se puede conducir las instalaciones eléctricas y sanitarias, sin dañar las unidades de ladrillo en su contextura, por estos aspectos se ahorra en mano de obra al no realizar picaduras en los muros, estas unidades se pueden fabricar en el mismo lugar de la construcción, ahorrándonos del traslado y el costo de transporte

De la misma manera la justificación social está dada porque, la elaboración de ladrillos ecológicos es poco conocido en nuestro país, pero sin embargos en otros países vecinos tienen varios años de producción, existen empresas que han industrializado su producción, se han construido grandes cabañas y recreos porque en su costo presentan grandes beneficios, en nuestro país existen poca información bibliográfica respecto a su elaboración por lo que con esta investigación se pretende implementar nuevos conocimientos respecto a los materiales sostenibles como es el caso ladrillo ecológicos.

En definitiva, el mejor conocimiento va a permitir tomar mejores decisiones actuar con mayor certeza, exactitud y una visión de mayor alcance en cuanto al impacto de la misma; disponiendo de una mayor capacidad de conocimiento y raciocinio en base a la mejor información, en consecuencia se hace imperativo nuestra capacidad comprensiva, en este caso a través de la información recopilada en esta presente investigación, ofreciendo a futuros estudiantes un material de consulta, que les permita conocer los diferentes procedimientos y criterios que se debe considerar en el estudio.

Así mismo en lo ambiental, desde el comienzo de la revolución industrial del hombre, el impacto ambiental viene sufriendo cambios sustanciales, muchas industrias son diseñadas con sistemas que no tienen un plan de protección y/o monitoreo del medio ambiente a consecuencia de ello hoy en día la planeta sufre cambios climáticos por todo estos factores negativos existe la necesidad de crear productos sostenibles y respetuosos con el medio ambiente, la elaboración de ladrillos ecológicos en otros países como (Argentina, Brasil y México) tienen un impacto muy positivo porque en su producción se elimina las emisiones de CO₂(dióxido de carbono), tala de árboles, dependencia de uso de petróleo.

Hoy en día existen normas reguladoras y conservadoras del medio ambiente y los ladrillos ecológicos responden a estas necesidades por eliminar la emisión de CO₂, la cocción, y su proceso de elaboración es a base de prensado.

De acuerdo a lo abordado los antecedentes y la justificación para la presente investigación se pone en manifiesto la siguiente problemática: La tierra como material de la construcción ha sido utilizada durante muchos siglos como piezas de adobe teniendo en sus propiedades la combinación de arena, arcilla y pajas, hoy en día estos coinciden con las historias de edificaciones más recordadas, por ejemplo: el templo de muerte de Ramsés II, en Egipto el cual fue construido con tabiques de adobe, hace 3200 años o en nuestro país la más recordada la tumba de señor de Sipan en Lambayeque el sitio arqueológico que consta de dos pirámides truncas pre incas de hace 1770 años como bien se sabe estas edificaciones han sobrevivido a los embates de la naturaleza.

Pero también sabemos que los ladrillos cocidos tienen una historia que datan desde hace más de 5000 años (Brick Development Associaton, 2009) y hoy por hoy es un material irremplazable debido a una buena resistencia que posee, pero sin embargo en su en proceso de fabricación, necesita grandes cantidades de combustible para su cocción, generando la emisión de grande masas del CO₂ a nivel mundial a consecuencia del mismo el agotamiento de arcilla y recursos no renovables. En Perú existen industrias ladrilleras, pero a la vez ladrilleras artesanales que fabrican los ladrillos a base de cocción a través de la quema de leña, carbón mineral en briquetas, llantas, aceites quemados u otros elementos de combustión, dependiendo del material que se tenga en disposición, el uso de estos elementos de combustión no solo acarea a la deforestación si no una creciente emisión de CO₂ con ello contribuyendo la contaminación y perjudicando el ecosistema

La situación en esta ciudad es casi parecida al resto del mundo existen ladrilleras artesanales en zonas urbanas de Huaraz, casi sin ningún asesoramiento técnico, realizando su producción de forma artesanal, así mismo también existen ladrillos industriales pero estas son trasladadas de otras ciudades como de lima, de esta manera generando un mayor costo.

Es aquí surge la oportunidad de promover las alternativas ecológicas que no requieran de grandes procesos industriales y que contribuyan más al desarrollo sostenible. La elaboración de ladrillos ecológicos de suelo cemento con adición de aserrín de madera sin cocción son materiales ecológicamente aceptables.

Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿Cuál será el aporte del 20% de adición de aserrín de madera en las propiedades físicas y mecánicas de ladrillo ecológico suelo cemento, fabricadas para tabiquería de muros no portantes en la ciudad de Huaraz?

De las bibliografías revisadas abordaremos los conceptos y teorías más importantes para la realización de esta presente investigación, en donde se va a definir a cada componente a desarrollar tales como las definiciones de:

Los ladrillos ecológicos fueron desarrollados en la década de los años 1950 en Colombia como un producto de una investigación del centro interamericano de vivienda (CIVA) con la finalidad de producir los materiales de construcción de bajo costo, esta investigación fue trabajado por el ing. Chileno Raúl Ramírez, con el termino de bloque de tierra comprimida con adición de un estabilizante, con la que se produce (BTC), la revisión bibliográfica, nos indica que desde los años 80 ha tenido la mayor difusión alrededor de todo el mundo la fórmula más usada es la de 11 partes de tierra y 1 parte de aglomerante y una cierta cantidad de agua optimizada para su mejor compactación.

La propuesta de esta investigación son ladrillos ecológicos o simplemente llamado también ladrillo modular de suelo cemento, que se combinan de una manera especial para luego ser prensados manual o mecánicamente, resultado que se obtiene un ladrillo de mayor densidad, altamente compacto y con excelentes propiedades resistentes que superan las de ladrillo convencional poseen las características de ser manipulados con una sola mano, no requieren ser cocidos en

el horno durante su proceso de fabricación, por ende se elimina la emisión de CO₂ (dióxido de carbono)

En la presente investigación nos orientaremos de los tesisistas que han realizado su investigación en otras investigaciones similares.

Las características geométricas que tienen estos ladrillos se asemejan al ladrillo artesanal cocido común de (King Kong 9x13x24) según (bach. Abanto Peter; bach. Akarley Luis); además existiendo otras medidas ya elaboradas con prensas hidráulicas con dimensiones de 25x12.5 x7 o 25x12.5x10 cm y 02 alveolos de 6 cm de diámetro, de tipo lego, pero también existen otras medias geométricas según lo revisado en otras investigaciones,

Originalmente las dimensiones de la unidad de suelo cemento tenían como base las medidas de ladrillo King Kong artesanal (9X13x23), Padrón J. y Ruiz (2015).

Para la investigación se tomará las dimensiones de 25X12.5 x7 y 02 alveolos de 6 cm de diámetro, de tipo lego.

Las composiciones de los ladrillos ecológicos tienen en sus propiedades más importantes, suelo - cemento, el primero en mayor porcentaje, teniendo también una característica física de rangos permitidos como la granulometría la cantidad de arcilla, arena y los límites de consistencia y el segundo como un elemento estabilizante. Para la investigación referido a la prueba patrón se considerará la investigación realizada por: (Rojas Javier; Vidal Ricardo) Se adicionará el 20 % de aserrín de madera en su estado vegetal, para conceptualizar de estas unidades de ladrillo ecológico, daremos unos conceptos de cada una de ellas de forma resumida

El suelo Según los antecedentes, un buen suelo para trabajar con cemento es aquel que da una buena resistencia y una poca contracción al perder la humedad en el momento de secado esto significa que un buen suelo debe de tener la presencia de arena, limo y arcilla este último en menores proporciones, si alguno de estos componentes estuviera ausente según el análisis practicado de la curva granulométrica, se tendrá que adicionar para obtener una composición deseada.

“En base de las investigaciones es realizadas en función de los suelos locales y las máquinas empleadas la proporción optima de componentes de un suelo es 75% del total constituido por arena y 25% de limo arcilla, medido en volúmenes” (Abanto p y Acarley L 2014).

Otra fuente también nos indica la tierra adecuada para fabricación de las unidades de ladrillo son:

Aquellas que pasen por el tamiz 4.8mm al 100%

Aquellas que pasen por el tamiz de 0.075mm de 10 al 50 %

Límite de liquido menor o igual al 45%

Índice de plasticidad menor o igual 18%

Todo este dato según (Rojas Javier; Vidal Ricardo)

Tabla I-1
composición del suelos según las investigación de tesis

Criterio de:	Composición Porcentual		
	Arena	Arcilla	Limo
ICPA	70 a 85	5 a 10	10 a 20
HOUDEN	40 a 70	20 a 30	0 a 30
CINVA	45 a 80		Suma: 20 a 50
MERRIL	Más de 50		Suma: menor de 50

Fuente: klees, D. y Natalini, M.

El cemento es un elemento aglomerante que al mezclar suelo – cemento, este último trabaja como estabilizante, adicionando una cierta cantidad de agua empieza a reaccionar sus dosificaciones aglutinantes, dándole características de resistencia y estabilidad. Su composición química principal es la siguiente: Clinker son silicato tricalcico (SC3), silicato bicalcico (SC2), aluminio tricalcico (AC3) y el ferritoaluminato tetracalcico (C4AF) a los que hay que añadir otros componentes secundarios. Alguno de ellos, como silicato y el aluminato tricalcico, presentan un calor de hidratación, una velocidad de fraguado y una resistencia inicial elevada (Cabo, 2011).

El aserrín de madera es el desperdicio de madera resultado de aserrado que produce el aserradero en el campo de carpintería los mismo que se usan en diferente

destinos pero en esta oportunidad aplicaremos su uso en la elaboración de ladrillo ecológicos adicionando un 20% de volumen a la mezcla de suelo cemento y será prensado con prensadora semi hidráulica de 6 tn, con su aplicación lo que se pretende es aligerar el peso de las unidades del ladrillo ecológico para su uso en muros no portantes de tabiquería en cual permita ubicar según la norma E – 070 RNE de ladrillo de tipo I o en tipo II según la clasificación los ladrillos que alcanzan la resistencia de 50kg/cm² es una unidad portante.

El agua aporta una función muy importante en el proceso de elaboración de ladrillo ecológicos es la de hidratar al cemento y hacerlo reaccionar y contribuir a la máxima compactación. Es determinante controlar la cantidad y calidad en la mezcla de suelo - cemento, el agua para añadir a la mezcla debe ser limpia, pero si también para el curado se podría utilizar el agua de lluvia que muchas veces son evacuados a las alcantarillas.

Para la dosificación de la mezcla no existe un método definido al diseño de la mezcla las consistencias están elaboradas aleatoriamente, pero con unas condiciones similares veamos en el siguiente cuadro de algunas de las consistencias del diseño respecto al suelo-cemento según tesisistas.

Tabla I-2
dosificación en volúmenes en porcentajes de tesisistas

	Cemento	tierra Arcilla	Arena	Agua
Abanto Peter; Akarley Luis	13.33%	66.67%	6.67%	13.33%
Rojas j ; Vidal R 2014	20.00%	65.00%	10.00%	5.00%

Fuente, Elaboración propia

Tabla I-3
dosificación de mezcla en volúmenes delos investigadores

Dosificaciones en volúmenes en Números				
	Cemento	tierra Arcilla	Arena	Agua

Abanto Peter; Akarley Luis	1	5	0.5	1
Rojas j ; Vidal R 2014	2	6.5	1	0.5

Fuente, Elaboración propia

Para la investigación, los porcentajes de mezcla serán adoptados en base a la bibliografía, en su empleo de fabricación de los ladrillos ecológicos suelo cemento para muestra patrón y experimental, con los mismos criterios antes definidos

El procedimiento de la elaboración de ladrillo ecológico suelo – cemento es más sencillo que la elaboración de ladrillo artesanales y/o industriales a continuación se detalla de forma resumida

Selección de suelo, según la revisión bibliografía 60% del suelo infértil puede servir para la fabricación de ladrillos ecológico no necesariamente una cantera los mismos materiales removidas en lugares de construcción pueden ser utilizados para nuestra investigación tomaremos en cuenta un lugar de extracción (Shancayán).

La extracción se puede realizar de forma manual o mecánicamente según la economía que posee el investigador en esta oportunidad realizaremos con equipos pesados lo removeremos luego zarandearemos con zaranda que pasa las partículas de 2” para no desperdiciar mucho los materiales luego será trasladada hasta una trituradora para convertirlos en partículas menores a 4.8 mm o la malla n°4. Para realizar todo este procedimiento es necesario que el suelo extraído sea arcilloso y que contenga una humedad natural para evitar las emisiones de polvo de la trituradora.

El mezclado de componentes en seco: Se mezclan ya los suelos tamizados triturados y el porcentaje del cemento de diseño considerado en la mezcla hasta que el conjunto de componente de mezcla sea uniforme se realiza esta actividad mecánicamente con una mezcladora de 4hp.

Adición del agua a la mezcla: Se utiliza agua limpia de impurezas para adicionar a la mezcla. La cantidad de agua se distribuye generalmente empleando regaderas de tipo que se utilizan para regar jardines o rociador una vez preparada la mezcla se debe proceder a la fabricación de ladrillo de forma inmediata no debiendo preparar más mezcla de la que se pueda emplear en una hora como máximo.

Preparado y/o compactación: La compactación se realiza para aumentar la resistencia a la compresión, para esta actividad se emplea equipos manuales o mecánicas, y si el equipo es mecánico estas deberían estar calibrada con el fin de que los ladrillos se presen de forma uniforme.

Producción: En el proceso de producción de ladrillo ecológico se requiere como mínimo de 3 a 4 personas para tener una buena producción para una mejor producción una persona se encarga de preparar la mezcla, otro en el prensado y dos en apilar por el equipo por cada prendado saca de dos en dos los ladrillos

Acopio: Conforme se vayan produciendo los ladrillos se irán colocando los ladrillos en una parihuela o tarima el acopio se hace en filas de costado el cual permitirá un proceso de cura se recomienda hacer pilas cerca a la máquina prensadora para evitar atrasos en su producción las pilas no deben ser más de un metro de alto esto dependiendo también de la composición de la propiedades, si los ladrillos se hacen de un suelo muy arenoso estas se podrá colocar menores de un metro.

Curado: Después del apilamiento correcto de los ladrillos ecológico se procederá al proceso de curado el cual va ser un factor determinante para alcanzar una buena resistencia de las unidades del ladrillo. La cura es el proceso por el cual hidratamos el ladrillo y el cemento reacciona volviéndose resistente en este proceso se evita la rápida evaporación del agua ya que un secado rápido puede dañar el proceso de endurecimiento del cemento este proceso se inicia a partir del día siguiente de la elaboración de ladrillo el proceso del curado es como mínimo de 7 días.

Almacenamiento y transporte: Una vez transcurrido los 28 días los ladrillos estarán aptos para ser almacenados en la intemperie, los procesos de transporte para el destino final de ladrillos se realizan de manera muy cuidadosa para evitar quiñes o roturas en el borde estas unidades son cerámicos los mismos en la estructura final se puede dejar como cara vista.

Aquí abordamos los conceptos para los ensayos de suelo extraído.

Contenido de humedad: El ensayo se realiza para determinar la cantidad de agua que tiene el suelo extraído de la cantera, la cantidad de agua se calcula en porcentaje, se toma una cierta cantidad de muestra luego es pesada en una balanza para tomar el peso inicial, esta muestra es colocada en horno por 24 horas a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ después del transcurrido el tiempo se retira del horno la muestra y vuelve pesar la muestra ya seca, y por la diferencia de pesos se calcula la cantidad de agua el procedimiento se realiza de acuerdo a la norma ASTM D 2216

Este ensayo se realiza para controlar la cantidad de agua en la mezcla de suelo - cemento.

Análisis granulométrico determina las cantidades de las partículas por tamaño que tienen los suelos en su textura entendiéndose los tamaños como el diámetro las partículas que determinan el tipo de suelo con que nos encontramos es decir si el suelo es grueso o fino.

La curva granulométrica se presenta en un gráfico logarítmico en la dirección (x) las aberturas de los tamices y en la dirección (y) los porcentajes que pasa este ensayo se realiza siguiendo la norma análisis granulométrico de suelos por tamizado (ASTM D-422).

Los límites líquido y plástico: Los ensayos sirven para determinar las características de plasticidad de los suelos cohesivos, los límites son puntos de transmisión de un estado a otro o los denominados los límites de Atterberg.

- Limite líquido

Es el contenido de humedad donde el suelo se pasa de un estado plástico a un estado líquido para la determinación se utiliza la copa Casagrande.

- Limite plástico

Es el contenido de humedad que determina al suelo que pasa de un estado semisólido a un estado plástico.

La gravedad específica determina las propiedades como la porosidad, la relación de vacíos de los suelos es también considerada como la unidad de peso se aplica para muchos fines como para determinar la velocidad de sedimentación de un fluido, consolidación de arcillas, el grado de saturación de los suelos en estudio de compactación, se realiza este ensayo siguiendo la norma NTP 339.131/ ASTM D 854.

El mortero para la elaboración de especímenes: El mortero es un compuesto de conglomerantes inorgánicos, que se utiliza para pegar los elementos de la construcción, así como ladrillo bloques u otros, mayormente se utiliza para obras de albañilería, como material de agarre.

Características de los especímenes para la investigación Para los ensayos se preparan 02 especímenes de pilas y muretes

Los especímenes tendrán como juntas un espaciamiento 3 a 5 mm como máximo se aplicará entre ladrillo y ladrillo solo en dirección horizontal para que los alveolos entre macho y hembra se encajen y que sigan trabajando.

Las características de las pilas son primas que tiene de dos a más hiladas de unidades de ladrillo asentadas una encima de otra, en el encuentro de ambas unidades de ladrillo se utilizan morteros. Estos especímenes a edad de 28 días se ensayan a compresión axial, sus resultados se utilizan como dato para diseñar estructuralmente los muros de un edificio también sirve como dato para controlar la calidad de los materiales.

Para la investigación la muestra a construir será 3 pilas de 4 hileras de ladrillo ecológico como indica la norma E - 070 RNE de Albañilería.

Características de murete: El murete es una probeta al menos de una vez y media de longitud de la máxima dimensión de la pieza y con una cantidad de número de hileras de aproximadamente de igual a la longitud de a la dimensión del mismo se recomienda que la dimensión del murete se dé al menos 60 cm y que sea de murete cuadrada a fin de lograr resultados representativos.

Para la investigación la muestra se construirá 3 muretes de 7 hileras de ladrillo ecológico con medida de 0.63x 0.65, y el ensayo se realizará, como indica la norma E - 070 RNE de Albañilería.

Se aborda también los ensayos físicos a realizar.

Variación de dimensiones y alabeo: El ensayo se realiza con la finalidad de determinar las variaciones en sus dimensiones de la unidad de ladrillo ecológico, se utiliza una regla graduada al milímetro de preferencia de 300mm y un calibrador como cuña en escala graduada con divisiones a 1mm la muestra estará constituida por ladrillo que ya cumplieron con tiempo de curado, y las mediciones que se realizan es la concavidad y convexidad todo este ensayo se realiza siguiendo la norma INTINTEC331.018.

Absorción: Este ensayo se realiza con la finalidad de determinar cuánto de agua absorbe una unidad de ladrillo al estar sometida al agua, el procedimiento para este ensayo es el siguiente: la unidad de ladrillo se somete en el horno entre 110c° y 115c° se pesan luego se enfría a la temperatura del ambiente, se pesa y se vuelve someter hasta que no tenga variaciones en sus pesos, este ensayo se realiza siguiendo en procedimiento de la norma INTINTEC331.018.

Compresión simple: Con este ensayo se determina la calidad y el tipo de ladrillo a clasificar, la compresión axial es su propiedad más importante que tienen estas

unidades la ello este ensayo se realiza siguiendo el procedimiento de la norma de ladrillo INTINTEC 331:017.

Ensayos de pilas a compresión axial: Se realiza con la finalidad de determinar la resistencia a compresión ($f'm$) o esfuerzo último de pilas es el esfuerzo admisible a compresión del muro se procederá de acuerdo a lo indicado en las NTP 399.605 Y 399.621 después del ensayo determinaremos las formas de falla.

Ensayos de compresión diagonal de muretes: Para obtener la resistencia a corte de la de albañilería de ladrillo ecológicos se ensayarán un mínimo de tres muestras los resultados del ensayo te permiten obtener el valor (V_m) resistencia al corte o esfuerzo último de murete estos ensayos se procederá de acuerdo a la norma E- 070 RNE capítulo 8.4, después del ensayo se determinan las formas de falla.

Variables:

Es el objetivo, proceso o característica que está presente o supuestamente presente es el fenómeno que un investigador quiere estudiar.

Variable: ladrillo ecológicos suelo - cemento con adición de 20% de aserrín de madera.

Variable dependiente: Es el variable que depende de la variable independiente en este caso son las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos ecológicos de suelo cemento con adición de aserrín de madera.

Definición conceptual: Una propiedad física es aquella propiedad que se puede medir principalmente sin someter a ningún esfuerzo en este caso de los ladrillos ecológico como: variación de dimensiones, alabeo y absorción.

Una propiedad mecánica es aquella propiedad que está sometida a la aplicación de fuerzas que pueden resultar como fuerzas internas, fuerzas externas y fuerzas laterales en esta investigación las fuerzas aplicada serán las siguientes: compresión simple (fuerza externa) compresión axial de pilas (fuerza externa) compresión diagonal de muretes (fuerza interna).

Definición operacional: Las propiedades físicas y mecánicas se miden en el laboratorio. Para el desarrollo de esta investigación se procederá a realizar ensayos preliminares de la materia prima y los ensayos correspondientes de las unidades de albañilería en función a la norma NTP 331.018. y RNE E070.

Tabla I-4
Operacionalización de variable dependiente

variable	definición conceptual	definición operacional	dimensiones	indicadores	concepto
dependiente: propiedades físicas y mecánicas de ladrillo ecológico de suelo cemento con adición de 20 % de aserrín de madera para muros no portantes	son propiedades del ladrillo ecológico que estructuran como unidades de la construcción	son las propiedades de ladrillo ecológico que estructuran su capacidad física y mecánica	propiedades físicas	variabilidad dimensional	son las variaciones que te tienen los ladrillos ecológicos en sus dimensiones de lardo ancho y altura
				alabeos	son las deformaciones que tienen las unidades de ladrillo que estas deformaciones pueden ser convexas, cóncavas etc.
				absorción	es la cantidad de H2O absorbida por unidades de ladrillo dentro de un periodo de tiempo
			propiedades Mecánicas	resistencia a la compresión simple	es al capacidad de resistir a una fuerza externa actuada en una superficie y/o área de ladrilló
				fuerza axial de pilas	fuerza actuante a lo largo del eje longitudinal aplicada en el centroide de la sección transversal
				compresión diagonal de muretes	es la capacidad de ladrillo de soportar a una fuerza actuante interna que medica con la fuerza de corte

Fuente, Elaboración propia

Variable independiente:

Diseño de la mezcla:

Definición conceptual: Es la agregación de componentes que al ser juntas se convierte en una mezcla en este caso el suelo cemento y aserrín al ser juntas y ser removidas ya es una mezcla.

Definición operacional: Es la estrategia de dosificación de mezcla para la elaboración del mortero de fabricación del ladrillo (Aguirre, 2004).

Tabla I-5
Operacionalización de variable independiente

variable	definición conceptual	definición operacional	dimensiones	indicadores	concepto
independiente: diseño de mezcla	Es la agregación de componentes que la ser juntadas se convierte en una mezcla	es la estrategia de dosificación de mezcla para la elaboración del mortero de fabricación de ladrillo (Aguirre,2004)	suelo cemento	dosificación	es la cantidad asignada de cada una de componentes ya sea en volúmenes o en peso , se mide según su naturaleza
			aserrín de madera	cantidad de aserrín	asignación de cantidad de aserrín de madera prueba experimental
			agua	dosificación de agua	es la cantidad de H2O proporcional es medida en litros y / m3

Fuente elaboración propia

En presente investigación se formula la presente hipótesis Adicionando el 20 % de aserrín de madera mejoraría las propiedades físicas y mecánicas de ladrillo ecológico suelo – cemento a usar para tabiquería de muros no portantes en ciudad de Huaraz.

El objetivo general de la presente investigación es: Determinar las propiedades físicas y mecánicas de ladrillo ecológico suelo – cemento fabricadas con adición de 20% de aserrín de madera para muros no portantes en la ciudad de Huaraz. Y como objetivos específicos:

Determinar las características físicas del suelo.

Determinar la composición química del suelo mediante en ensayo de fluorescencia de rayos (FRX)

Determinar el PH de aserrín de madera y PH de ladrillo experimental.

Determinar la relación de agua cemento de la mezcla para la elaboración de las unidades de albañilería de suelo cemento, patrón y experimental.

Realizar ensayos de unidades, pilas y muretes, patrón y experimental y comparar resultados

Interpretar los resultados estadísticos de los ensayos realizados para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico de la muestra patrón y experimental

II. METODOLOGÍA

El método de la investigación es cuasi experimental basado y apoyada de la observación científica, porque el propósito general del trabajo consiste en determinar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos ecológicos de suelo – cemento. Su composición será modificada con la adición de 20% de aserrín de madera es decir la variable independiente sufre una modificación (manipulación de variable). Para que el proceso de experimentación se logre desarrollar, y se aplicó

el método científico, apoyada a la observación científica, para lo cual se hará la aplicación de los ensayos de laboratorio.

Tipo de investigación: La presente investigación es de tipo aplicada, resultados que se obtienen en el desarrollo de esta investigación serán utilizados para la solución del problema vinculado al área de los ladrillos, implantando un nuevo material alternativo para la construcción en general, adicionando las bondades de aserrín de madera, así mismo brinda a la sociedad en general adquirir materiales de construcción de bajo costo, mas durable y que es amigable con el medio ambiente.

Diseño de investigación: esta investigación corresponde a un diseño experimental de nivel cuasi – experimental, porque se busca determinar las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos ecológicos de suelo – cemento con adición de 20% de aserrín de madera, haciendo que este grupo de estudio es experimental que se realizaron con apoyo de los ensayos de laboratorio. En corto tiempo.

Población y muestra

Población: Es el conjunto de ladrillos que son objetos de estudio de la misma forma y tamaño fabrica en condiciones similares de producción.

En la presente investigación la población es la cantidad unidades de ladrillo suelo – cemento para muestra patrón y con adición de 20% Aserrín de madera para muestra experimental.

Muestra: Es el grupo de ladrillos extraídos al azar del lote para efectos de obtener la información necesaria que permita apreciar las características de ese lote.

De las Normas E-070 e ITINTEC 331.019, sección 4.2, para cada lote de 50 000 ladrillos o fracción, se realizará la secuencia “A” de ensayos y la secuencia “B” de ensayos, por cada grupo adicional de 100 000 ladrillos o fracción. En base a esto la siguiente tabla indica el número de especímenes escogidos.

Tabla II-1*Número de muestras para cada ensayo*

Ensayos	Número de Especímenes para cada ensayo	
	Secuencia A	Secuencia B
Variación de dimensiones	10	5
Alabeo	10	5
Resistencia a la Compresión	5	3
Absorción	5	3

Fuente, RNE E-070

Para esta investigación la muestra a tomar será la secuencia “A” del cuadro presentado en líneas arriba.

De acuerdo al RNE, E – 070 (2006), la resistencia de la albañilería a compresión axial (f_m) y a corte (V_m) se determinará de manera empírica (recorriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) o mediante ensayo de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y de la zona sísmica donde se encuentra. Ver tabla.

Tabla II-2*Resistencia a considerar para ensayo*

resistencia característica	edificios de 1 a 2 pisos			edificios de 3 a 5 pisos			edificios de más de 5 pisos		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
(f'_m)	A	A	A	B	B	A	B	B	B
(f'_v)	A	A	A	B	A	A	B	B	A

Fuente RNE E-070

A: Obtenida de manera empírica conociendo la calidad de ladrillo y del mortero

B: Determinadas de los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal e muretes mediante los ensayos de laboratorio.

Par la siguiente investigación la cantidad de pilas será de 4 unidades y de muretes

de 3 unidades por encontrarse en la zona altamente sísmica grupo 4, ya que esta investigación trata de determinar las propiedades físicas y mecánicas de un nuevo material alternativo.

Técnicas e instrumentos de la investigación: La técnica a emplear en esta investigación es la observación científica, y el instrumento es la ficha técnica de las pruebas de laboratorio de todos los ensayos.

Proceso y Análisis de los datos

Proceso de fabricación de ladrillos ecológicos

dosificación para de la mezcla muestra patrón La mezcla empleada para prueba patrón en la fabricación de las unidades ecológicas está constituida de la siguiente manera ver tabla II-3

Tabla II-3

Dosificación de muestra patrón

Dosificación de muestra patrón			
cemento	Tierra arcilla	arena	agua
1.5	7.5	1	1.2

Fuente, Elaboración propia

Esta dosificación de la mezcla se toma de una manera aleatoria teniendo como referencia a las investigaciones existentes por que para este tipo de unidades no existe un método de cálculo, pero realizando los cálculos respectivos la relación agua cemento llega a $A/C = 0.29$ con este índice llegamos a la humedad óptima.

Dosificación para de la mezcla muestra patrón La mezcla empleada para prueba experimental en la fabricación de las unidades ecológicas está modificada de la siguiente ver tabla II-4

Tabla II-4
Dosificación de muestra experimental

cemento	Dosificación de muestra experimental			
	tierra arcilla	aserrín	arena	agua
1.5	7.5	2	1	1.4

Fuente, Elaboración propia

A la dosificación de la mezcla patrón se modificada adicionando el 20% de aserrín en volumen de tal manera queda como nos muestra la tabla II-4 Así mismo también procediendo los cálculos la relación agua cemento llega a $A/C = 0.29$ con ello también se logra la trabajabilidad de la mezcla.

Mezclado de componentes de mezcla de la muestra patrón y experimental: Toda mezcla tiene procedimientos a seguir en este caso el pre mezclado se realiza en seco antes de adicionar el agua, para obtener una mezcla homogénea. para la combinación tanto para prueba patrón y experimental se sigue de acuerdo al diseño de mezclas, una vez cumplida este procedimiento finalmente se incorpora el agua necesaria para acción cohesiva de aglomerante:

Para determinar la humedad óptima de mezcla se puede realizar de dos maneras

- La humedad óptima de proctor modificado como referencia
- Tomando un puñado de tierra humedecida luego se aprieta con la mano en este proceso se debe apreciar las huellas de los dedos y luego se parte en dos y si no desmorona estará apto la mezcla.

Para obtener una mezcla que garantice la buena calidad de unidades ecológicas, es muy importante hacer un procedimiento y la selección de materiales para ello se tiene en cuenta lo siguiente:

- Selección de suelo
- Extracción del suelo
- Secado

El suelo a emplear según las investigaciones para la elaboración de las unidades ecológicas son suelos inertes que se encuentran en corteza terrestre.

- De los cuales el 80% de ellos pueden ser empleados para la fabricación de ladrillos ecológicos. Para esta investigación se á ubicado una cantera en la zona Shancayán de Huaraz Que según los resultados de laboratorio
 - la muestra que pasa la malla N^a 4 es al 100% por lo que dicha muestra fue triturada con una trituradora eléctrica anticipadamente antes de ser ensayado.
 - 40% es Arena (retenida en el tamiz N^o 200)
 - 60 % Finos (% que pasa la malla N^a 200 de muestra lavado)

Tabla II-5

Resultado de la muestra se suelo para la investigación

Resultado de los ensayos y porcentajes para la investigación		
material	porcentaje de la muestra	porcentaje para la investigación
Arcila limo	60%	50%
arena	40%	50%

Fuente Elaboración propia

Como se observa en el cuadro la cantidad de arena es inferior a lo requerido para la investigación es por ello se adiciona el 10% de arena para evitar los problemas de fisuración por concepto de contracción ya que un suelo con mayor porcentaje de arcilla tiende a fisurarse al momento secado. El suelo a extraer es de la cantera de Shancayán, esta materia ha sido removido y seleccionado y tamizado por la malla de 2” para luego ser trasladada y triturada en la zona de la fabricación de ladrillo. Para la trituración se ha utilizado una trituradora de tipo martillo como se puede ver en la siguiente figura



Figura 1: Equipo triturados de martillo
Fuente: Elaboración propia

Así mismo es muy importante el secado del material antes de zarandear ya que puede ayudar a que el grumo de tierra se puede deteriorar en el momento de zarandeado y así evitar la pérdida de tierra arcillosa en las partículas mayores a 2", una vez adquirida menores a este diámetro se procede a triturar el material hasta adquirir que las partículas sean menores a la malla n° 4.

Selección de aserrín de madera para la investigación se ha seleccionado el aserrín de madera de eucalipto, este material es la más abundante en esta ciudad de Huaraz.

Forma de adición del agua a la mezcla: Una vez lograda la mezcla en seco se adiciona el agua de una forma muy distinta a la mezcla tradicional se hace en forma pulverizada para así logra una mezcla homogénea y sin grumos, este procedimiento se realiza de una manera muy cuidadosa porque el agua a adicionar no es tan exacta como indica la dosificación esto puede variar según el contenido de la humedad de la mezcla inicial para eso se puede determinar con prueba manual de la muñeca.

1. Se toma un poco de mezcla húmeda y apretamos fuertemente con la mano
2. Al abrir la mano la mezcla debe presentar las huellas de los dedos
3. Al romper en dos partes, debe ser compacto, no deberá desmoronarse en pequeños trozos o varias partículas
4. Si el material se desintegra, entonces la mezcla necesita más agua
5. Si la mano se ensucia entonces la mezcla tiene mucha agua

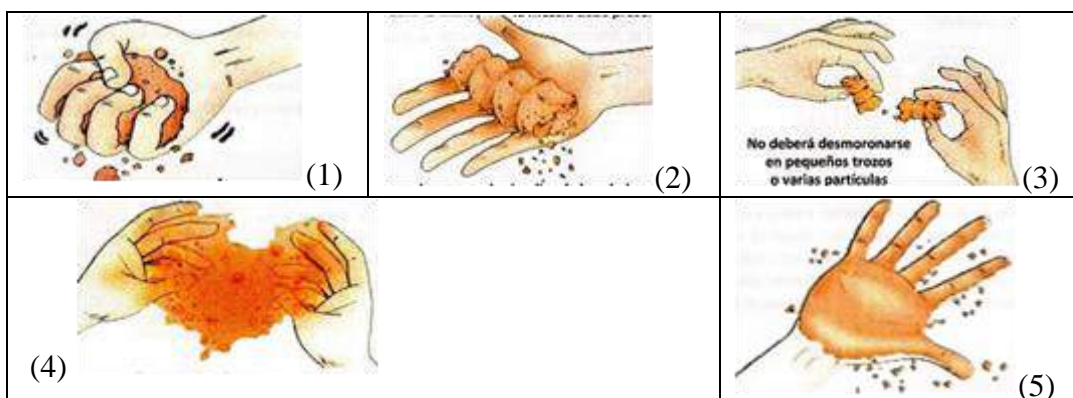


Figura 2: Aproximación de humedad óptima, método de puño
Fuente: manual de producción de maquinarias FORZA

Fabricación de unidades ecológicas: Una vez cumplida el procedimiento de mezclado se traslada a la maquina prensadora para la operación y compactación de la mezcla. La mezcla traslada es comprimida dentro de un molde eliminando los vacíos que existen en la mezcla se compacta hasta logra una masa uniforme con medidas de diseño. La máquina empleada es semi hidráulica el uso del molde carrilera es a mano y la compactación de las unidades es hidráulica para ello se utilizará la siguiente máquina.

Equipo a utilizar para la compactación es la prensa compactadora hidráulica es un equipo de fabricación nacional portátil que se apoya sobre el terreno, lo que permite su traslado con facilidad a obra.

El sistema hidráulico de la máquina, genera el prensado del material y saca el ladrillo de forma automática a través de comandos eléctricos. Posee una compresión de 6 toneladas accionado por un motor eléctrico de corriente trifásico de 5 hp, con

una producción diaria 1500 a 2000 ladrillos por una jornada de 8 horas de trabajo. El proceso de producción de ladrillos ecológicos de suelo cemento requiere como mínimo de 3 a 4 personas para empezar a tener una buena producción. Para una producción rápida y continua, una persona se encarga de prensar los ladrillos, otra prepara la mezcla del suelo en una batidora y/o mezcladora y va llenando a la tolva de la prensa, mientras que la tercera va retirando los ladrillos de la prensa y va apilando los ladrillos a una parihuela conforme a lo que va saliendo y otra cuarta persona deberá estar permanente en la trituradora, para poder abastecer el material.

imagen. N°03 Proceso de Producción

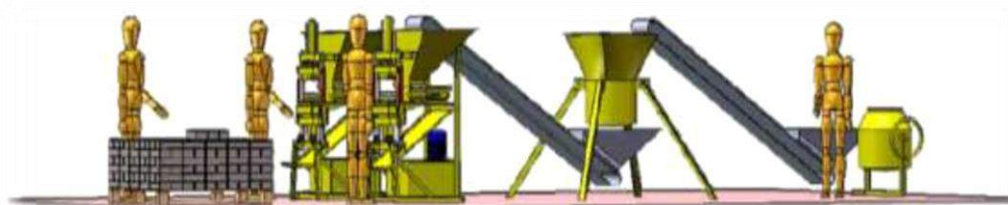


Figura 3: proceso de producción de unidades ecológicas
Fuente: (Rojas J. 2014).

El acopio y curado de las unidades ecológicas se procede después de fabricarlas hay que retirar suavemente apoyando con las dos manos luego de coloca en parihuelas de madera u otra base similar que sea adecuada para su posterior curado. El acopio para el curado se realiza en posición de canto con un máximo de 6 hileras por día, además para un fraguado eficiente estas unidades serán almacenadas en un lugar con protección al sol. Para garantizar la calidad de las unidades de ladrillos estas serán curadas por un periodo de 7 días a partir del día siguiente de su fabricación y los ladrillos podrán ser empleados en las obras de construcción a partir de los 28 días de su elaboración ya que a esta edad estará por adquirir una resistencia cercana a la máxima.

Fabricación de los especímenes para la presente investigación se preparan los especímenes siguiendo todo el procedimiento de la norma aplicada al ladrillo y de acuerdo a los antecedentes y conceptos de esta investigación.

La mezcla de mortero para la construcción de especímenes se ha determinado de una forma aleatoriamente ya que los investigadores siempre han trabajado con un mortero tradicional de arena cemento para esta construcción el mortero es de tipo Grout que en su dosificación lleva el mayor porcentaje de pegamento de mayólica la dosificación es como sigue.

Tabla II-6

Dosificación de la mezcla de mortero para la construcción de especímenes

Dosificaciones de la Mezcla de Mortero			
pegamento de mayólica	Cemento	Cola de Carpintero	Agua
10	1	5	4

Fuente, Elaboración propia

Fabricación de las pilas: Para la muestra de ensayos se han construido pilas de 4 hileras de ladrillo ecológico. Para prueba patrón 03 especímenes y para prueba experimental 03 especímenes se ha fabricado tomando como referencia lo indica la norma E - 070 RNE de Albañilería porque en nuestro medio no existe otra norma específicamente para seguirle los pasos teniendo como referencia las dimensiones de pilas de 12.5cm x 25cm x 30 cm, con separación de juntas de 3 a 5mm de espesor de forma horizontal en los alveolos se adicionará el refuerzo vertical de acero de ½”.

Fabricación de muretes: Para la muestra patrón se ha fabricado 03 muretes de 7 hileras de ladrillo ecológico suelo – cemento y similarmente otros 03 muretes con las mismas especificaciones para prueba experimental como referencia con medida de 63cm x 65cm x 12.5 cm y las especificaciones es como sigue:

El espécimen se ha construido solo con juntas horizontales de 3 a 5 mm de espesor despreciando las juntas verticales que estas sirven como dilatación entre unidades. En los alveolos extremos se ha complementado con refuerzo vertical, también se ha completado un refuerzo horizontal por la mitad del espécimen. La técnica de construcción es similar al convencional.

Los ensayos a realizar en la presente investigación son los siguientes: las muestras a ensayar son las unidades ecológicas y especímenes de esta investigación y se realizó en función al a norma NTP 331.019 y el RNE E-070.

Propiedades físicas

Ensayo de variación de dimensiones Para medir las variaciones de dimensiones y alabeo se tomaron 10 muestras de cada una de ellas tanto de muestra patrón y experimental, para la variación de dimensiones se toma un vernier con la precisión de 1mm y de proceder a medir a cada espécimen el largo, ancho y el alto, la medición se realizó en cada punto medio de la cara del espécimen y luego se promedió para obtener el resultado ver figura.

Para medir el alabeo se coloca una regla de forma diagonal en cada cara del espécimen luego se introduce una cuña en el punto donde se puede observar la concavidad o convexidad para medir la flecha para este ensayo la cuña tiene una precisión de 1mm y se registra la lectura obtenida ver figura.

. Estos ensayos se realizado cumpliendo todo el procedimiento según las NTP 399.13 Y 399.604.



*Figura 4: medición de dimensión de unidades ecológicas
Fuente: elaboración propia*



Figura 5: medicino de alabeo
Fuente: elaboración propia

Densidad seca: las densidades secas de cada unidad de ladrillo ecológico, tanto de prueba patrón y experimental se calculó por método volumétrico para ello se pesó cada unidad de ladrillo en seco. Para este ensayo se utilizó las mismas unidades utilizadas en variación de dimensiones y alabeo luego se procedió a calcular con la siguiente formula

$$\sigma = \frac{m}{V}$$

Donde:

- σ = Densidad seca de ladrillo
- m = maza del elemento
- v = Volumen de ladrillo



Figura 6: Peso de la unidad ecológica

Fuente: Elaboración propia

Absorción. Para este ensayo se tomaron Las muestras Siguiendo de la secuencia A de la norma NTP 331.018. la finalidad de este ensayo es determinar la cantidad de agua absorbida por unidades de ladrillo.

El procedimiento para este ensayo es someter las unidades ecológicas en el horno entre 110°C y 115°C para así que pierdan la humedad natural que tienen estos ladrillos. Se sometió al horno hasta que pierda toda la humedad se hace en repetidas veces hasta que no tenga variaciones en el peso.

Una vez lograda que los ladrillos no tienen variación en peso se somete en saturar el ladrillo durante las 24 horas siguientes, luego se vuelven a pesar, con la diferencia de pesos entre peso seco inicial y peso húmedo saturado se obtiene la cantidad de agua absorbida por cada unidad de espécimen.



Figura 7. Secado de las unidades en el horno
Fuente: Elaboración propia



Figura 8: Saturación de los ladrillos

Fuente: Elaboración propia, laboratorios USP San Pedro

Succión. Para el ensayo de succión los ladrillos se secan similarmente como para el ensayo de absorción hasta lograr que las unidades ecológicas no tengan variación luego se somete al ensayo se realiza este ensayo con la finalidad de determinar la cantidad de agua absorbida en un periodo de tiempo por las unidades de ladrillo



Figura 9: nos muestra la realización de succión

Fuente: Elaboración propia y laboratorios USP San Pedro

Determinación de propiedades mecánicas de ladrillos

Compresión axial simple de unidades de ladrillo: la determinación de resistencia a la compresión axial simple de las unidades ecológicas de la muestra patrón y experimental se efectuaron los ensayos de laboratorio de acuerdo a la norma NTP 331.018 y las muestras de acuerdo a la norma NTP 331.019 para este ensayo se toma la secuencia A de la norma referida.

Para el desarrollo de este ensayo se utilizó la Prensa Hunblot y para los apoyos entre especímenes, tanto para parte inferior y superior una plancha de 12mm. el ensayo se procedió a colocar el espécimen en la prensa luego se hace descender el vástago hasta obtener un contacto perfecto con la unidad de espécimen asegurando que el eje longitudinal coincida con el eje del vástago de la presa, una vez cumplida este proceso se somete a la presión del esfuerzo.



*Figura 10: ensayo a compresión simple de unidades ecológicas
Fuente: Elaboración propia, laboratorios USP San Pedro*



Figura 11: Luego de someter a ensayo
Fuente: Elaboración propia, laboratorios USP San Pedro

Ensayo de pilas a compresión axial: el ensayo de pilas se realiza similarmente al ensayo de compresión axial simple se hace el mismo procedimiento

Los ensayos de pilas se realizado de acuerdo a la norma NTP 399.613 y 399.604, después que los especímenes tanto de la muestra patrón y experimental cumpliesen los 28 días de edad.

Previamente al ensayo los especímenes fueron niveladas con el uso de una amoladora para nivelar las caras al contacto con el vástago y las planchas de apoyo una, vez lograda este procedimiento se aplica la carga hasta provocar rotura en las pilas el cual produjo fallas en los especímenes.

Antes de someter el ensayo también se toma las medidas de las dimensiones el cual servirá como dato para la obtención de resultados.

La finalidad de este ensayo es determinar la resistencia característica a la compresión (f'_m) ver RNE E-070 ensayo de pilas.



*Figura 12: Ensayo a compresión de pilas
fuente elaboración propia, laboratorios USP San Pedro*



*Figura 13: Luego de someter a ensayo el espécimen de pilas
Fuente: Elaboración propia, laboratorios USP San Pedro*

Forma de falla: Como se puede observar en la figura la forma de falla son grietas verticales que se atravesó entre ladrillos ecológicos, estos especímenes fallaron a causa producida por esfuerzo. El esfuerzo vertical hace que se produzca una expansión lateral causa de la compresión aplicada, como se puede observar en la figura después del ensayo no se produjo fallas por trituración.



*Figura 14: Imagen, dela falla de muestra experimental
Fuente: Elaboración propia, laboratorios USP San Pedro*



*Figura 15: dela falla de muestra experimental
Fuente: Elaboración propia, laboratorios USP San Pedro*

Ensayo a compresión diagonal de muretes: Para obtener la resistencia al corte ($v'm$) los ladrillos ecológicos son ensayados a los 21 y 28 días de edad como indica la norma, según el Capítulo 5 del RNE E.070.

Para realizar este ensayo se construyó los 6 especímenes, 3 de muestra patrón y otros 3 de muestra experimental estas según las características de proceso constructivo, durante la construcción de estos muretes es necesario controlar los alineamientos y dimensiones para minimizar a dispersión de resultados y antes de someter al ensayo se nivela las esquinas que estarán al contacto con el vástago es muy importante el control de ángulo de inclinación en el momento de ensayo para eso se nivela con una plomada en dirección diagonal.

El de ensayo en una maquina universal N° 02 de marca TOKYOKOKI que como de observa en la imagen, antes de someter al ensayo se toma como datos todas las dimensiones necesarias que no servirá como dato para el cálculo respectivo.



*Figura 16: Colocación para el ensayo de compresión diagonal de murete
Fuente: Elaboración propia, laboratorios UNI LEM*



*Figura 17: Alineamiento para someter la carga al muerete
Fuente: Elaboración propia, laboratorios UNI LEM*

Forma de falla: una vez realizado el ensayo se los 6 especímenes se obtuvo una falla similar con una tendencia de poca propagación por las juntas a esta falla se clasifica como una falla general, esto significa que hay una buena adherencia entre ladrillo y mortero.



Figura 18: Falla típico en muestra patrón
Fuente: Elaboración propia, laboratorios UNI LEM



Figura 19: Falla típico en muestra patrón
Fuente: Elaboración propia, laboratorios UNI LEM

III. RESULTADOS

Se conceptualizaron cada una de los ensayos realizados de acuerdo al procedimiento de la metodología y procedimiento aplicados en este proceso de investigación, que a continuación se detalla a cada uno de los resultados.

Los resultados de los ensayos de granulometría por tamizado del suelo seleccionado según la norma (NTP 339.128) fue como se detalla

0% grava (suma de peso de 2 ½” a malla N° 4)

41% arena (suma de peso de malla N° 4 a malla N° 200)

59% finos (% de perdida por lavado con malla N° 200)

Haciendo un cuadro en resumen de la composición granulométrica en donde se llega a observar, que un mayor porcentaje de composición son suelos finos

Tabla III-1

Resultados de la granulometría de muestra del suelo

GRNULOMETRIA DELA MUESTRA	
% GRAVA	0
% ARENA	41
% FINOS	59

Fuente, Elaboración propia

Así mismo se determinó el contenido de humedad del suelo en estado natural, según la norma (NTP 339.127) Para determinas se realizó 02 muestras, y se obtuvo el siguiente resultado ver tabla.

Tabla III-2

Resultados del contenido de la humedad natural del suelo

contenido de la humedad natural de la muestra		
muestra	1	2
% de humedad	1.96	1.86
promedio	1.91	

Fuente, Elaboración propia

Otro de los ensayos en cuanto al estudio de suelos que se realizó fue el ensayo de límite líquido, plástico y el índice plástico cumplimiento procedimiento según indica la norma y como el resultado se obtuvo que el límite líquido 26.67 que según la figura determinando en las abscisas en coordenada (y) el porcentaje de humedad, y en coordenada (x) el N° de golpes jalando las líneas para un N° de 25 golpes, así mismo el límite plástico de 16.21 por determinación de cantidad de humedad.

Finalmente, el índice de plasticidad que se obtuvo de la diferencia de resta de un límite líquido a un límite plástico obteniéndose el siguiente resultado de IP= 10.46.

Tabla III-3

Resultado de límites de consistencia e índice plástico

Cuadro de Límites, e Índice	
Límite Líquido (LL)	26.67
Límite Plástico (LP)	16.21
Índice de Plasticidad (IP)	10.46

Fuente, Elaboración propia

Tabla III-4:

Resultado De Fluorescencia De Rayos X De Las Arcilla

Composición química	Resultados(%)	Método utilizado
Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	16.104	
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	70.061	
Dióxido de azufre (SO ₂)	0.131	
Dióxido de cloro (ClO ₂)	0.132	
óxido de Potasio (K ₂ O)	1.989	
Oxido de Calcio (CaO)	1.165	
Óxido de Titanio (TiO ₂)	1.068	
Óxido de Cromo (Cr ₂ O ₃)	0.018	
Óxido de Magnesio (MnO)	0.124	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos
Trióxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	7.769	x
Trióxido de Nitrato (Ni ₂ O ₃)	0.016	

Óxido de Cobre (CuO)	0.567
óxido de Zinc (ZnO)	0.322
Trióxido de Arsénico (As ₂ O ₃)	0.013
Óxido de Estroncio (SrO)	0.034
Óxido de Itrio (Y ₂ O ₃)	0.011
Dióxido de Zirconio (ZrO ₂)	0.075

De los resultados de cuadro se observa que la composición química más relevante es el material Dióxido de Silicio (SiO₂) con 70.061% luego viene el Óxido de Aluminio (Al₂ O₃) que posee el 16.104%, y Trióxido de Hierro (Fe₂O₃) con 7.769% haciendo un total de 93.93% del material alcalino. El cual contribuirá a la resistencia del ladrillo.

Del ensayo del PH del aserrín de madera eucalipto se obtuvo el siguiente resultado PH = 3.25 el cual que se encuentra por debajo del nivel 7 o nivel neutro lo que significó que es extrañamente acida, así mismo tenemos del PH de ladrillo ecológico experimental, PH = 9 .34 el cual se encuentra por encima del nivel neutro y se clasifica como material alcalino.

A continuación, tenemos también los resultados físicos de las unidades ecológicas.

En dimensiones y alabeo según la norma (NTP 331.17y 331.18) Como se puede observar el cuadro del resumen de resultados estas tienen una variación mínima, en comparación a dimensiones nominales la variabilidad de dimensional de dispersión en la muestra patrón es lo siguiente: largo 0.21%, ancho = 0.35% y alto 2.32% así mismo el resultado de la muestra experimental respecto a largo = 0.19%, ancho 0.00% y el alto 1.55% así mismo si en la gráfica de variación dimensional y dispersión los números negativos signada que las dimensiones de las unidades tanto de muestra patrón y experimental no llegan a las dimensiones nominales. Estos datos son aceptables ya que las normas de ladrillo nos indican que para los ladrillos

industriales se acepta hasta un 20% de dispersión y para artesanales un 40% dispersión y nuestra investigación en nuestra patrona tiene 2.32% y experimental 1.55% de dispersión, es prácticamente casi nada

Con respecto al alabeo las muestras no presentaron ninguna distorsión en cuanto a la conicidad y convexidad es por ello ya no se consideró ningún cuadro respecto al ensayo.

Tabla III-5

Variación de dimensiones del ladrillos ecológicos

VARIACION DE DIMENSION DEL ENSAYO							
	Promedio Patron	Promedio Experimental	Medida Nominal	VD (mm)PAT.	VD (mm) EXP.	Disp. Patr	Disp. Exp.
LARGO	249.60	250.70	250.00	0.4	0.70	0.21%	0.19%
ANCHO	122.75	123.00	125.00	2.25	2.00	0.35%	0.00%
ALTO	69.81	71.15	70.00	0.195	1.15	2.32%	1.55%

Fuente, Elaboración propia

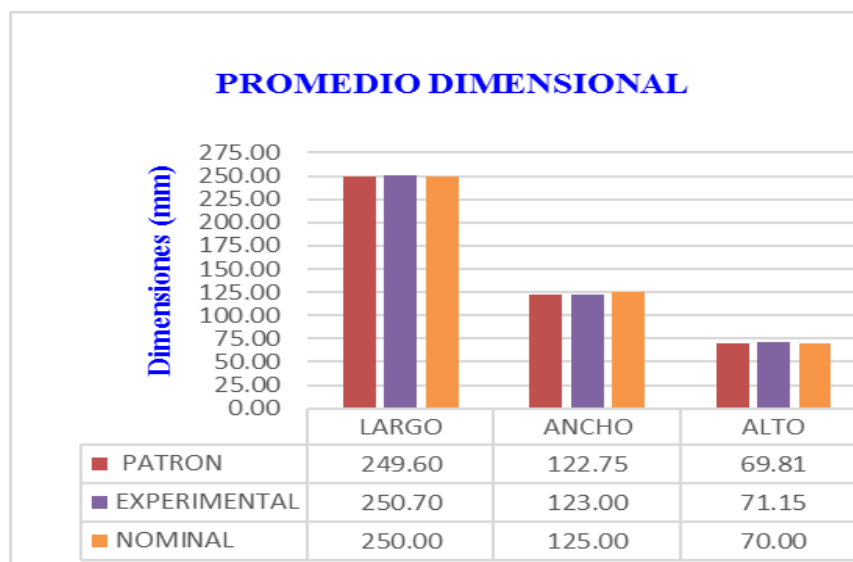


Figura 20: Promedio de dimensiones de ladrillo ecológico

Fuente: Elaboración propia, laboratorios USP San Pedro

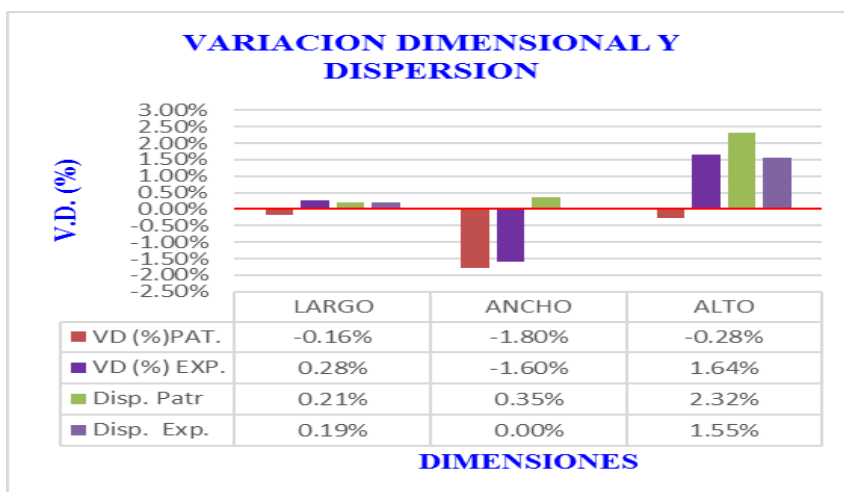


Figura 21: Variación dimensional y dispersión de resultados
Fuente: Elaboración propia, laboratorios USP San Pedro

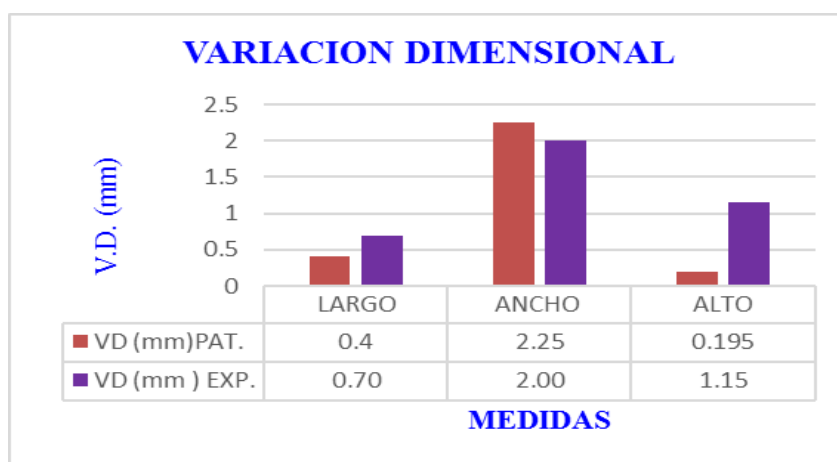


Figura 22. Variación dimensional en mm
Fuente: Elaboración propia, laboratorios USP San Pedro

La densidad promedio de prueba patrón es de 1.838 kg/cm² ligeramente mayor la densidad promedio de prueba experimental que es de 1.704 kg/cm², como se observa en ambos cuadros la dispersión de es mayor de la muestra patrón que es de 2.002% en comparación de muestra experimental que tiene una dispersión mucho menor 1.953% con una diferencia de ambas muestras de 0.049%.

Tabla III-6

Resultados de densidad de espécimen patrón

dimensión de unidades patrón (mm)	diámetro alveolar	volumen	peso	densidad (kg/cm ³)
-----------------------------------	-------------------	---------	------	--------------------------------

ITEM	largo (mm)	ancho (mm)	alto (mm)	radio (mm)	volumen bruta (mm ³)	volumen neta (cm ³)	(kg)	Kg/ cm ³
1	249.00	123.00	69.25	30.00	2120919.75	1729.32	3311.70	1.92
2	250.00	122.50	68.50	30.00	2097812.50	1710.45	3073.00	1.80
3	249.00	123.00	70.00	30.00	2143890.00	1748.05	3192.80	1.83
4	250.00	123.00	69.50	30.00	2137125.00	1744.11	3148.80	1.81
5	249.00	123.00	70.00	30.00	2143890.00	1748.05	3222.90	1.84
6	249.00	122.00	67.00	30.00	2035326.00	1656.45	2985.50	1.80
7	250.00	122.00	69.75	30.00	2127375.00	1732.95	3213.00	1.85
8	250.00	123.00	69.75	30.00	2144812.50	1750.39	3290.00	1.88
9	250.00	123.00	71.00	30.00	2183250.00	1781.75	3214.50	1.80
10	250.00	123.00	73.30	30.00	2253975.00	1839.47	3411.00	1.85
promedio de densidad								1.84
desviación estándar								0.04
dispersión de resultados								2.002%

Fuente, Elaboración propia

Tabla III-7
Resultados de densidad de la muestra experimental

ITEM	dimensión de unidades experimental (mm)			diámetro alveolar	volumen		peso	densidad
	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	alto (mm)	radio (mm)	volumen bruta (mm ³)	volumen neta (cm ³)	kg	kg/ cm ³
1	251.00	123.00	69.75	30.00	2153391.75	1758.96	2986.90	1.698
2	251.00	123.00	72.75	30.00	2246010.75	1834.62	3161.80	1.723
3	251.00	123.00	70.50	30.00	2176546.50	1777.88	3031.10	1.705
4	250.00	123.00	70.50	30.00	2167875.00	1769.21	3021.30	1.708
5	250.00	123.00	69.75	30.00	2144812.50	1750.39	3073.70	1.756
6	250.00	123.00	71.25	30.00	2190937.50	1788.03	3123.50	1.747
7	251.00	123.00	70.75	30.00	2184264.75	1784.18	3065.00	1.718
8	251.00	123.00	72.75	30.00	2246010.75	1834.62	3020.00	1.646
9	251.00	123.00	71.50	30.00	2207419.50	1803.10	2988.50	1.657
10	251.00	123.00	72.00	30.00	2222856.00	1815.71	3058.00	1.684
promedio de densidad								1.704
desviación estándar								0.033
dispersión de resultados								1.953%

Fuente, Elaboración propia

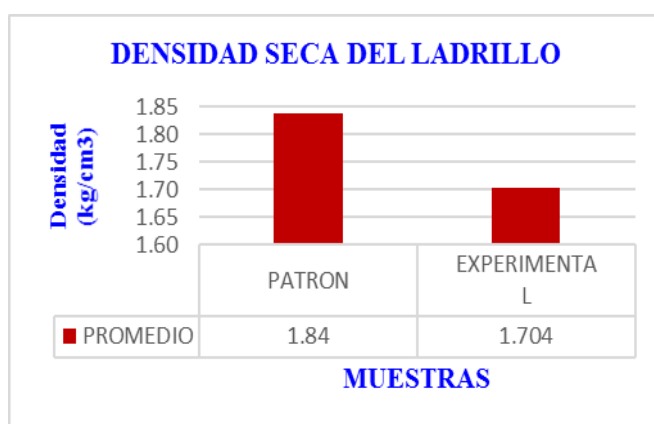


Figura 23: Densidad seca de ladrillo, patrón y experimental
Fuente: Elaboración propia, laboratorios USP San Pedro

En la Absorción el resultado en como se muestra en la (tabla), el promedio de la muestra patrón fue de 12.94%, y mientras de la muestra experimental en promedio obtenida es de 15.08%, comparando los resultados existe una variación entre ambos de 2.14% y según la norma de ladrillo

Tabla III-8

Resultado de absorción de la muestra patrón

Ensayo de absorción muestra patrón (%) de ladrillos suelo - cemento					
muestra	peso húmedo	peso seco	peso de agua	% absorción	promedio absorción (%)
1	3421.50	2985.50	436.00	14.60%	
2	3640.50	3213.00	427.50	13.31%	
3	3631.00	3290.00	341.00	10.36%	12.94%
4	3650.00	3214.50	435.50	13.55%	
5	3849.50	3411.00	438.50	12.86%	

Fuente, Elaboración propia

ENSAYO DE ABSORCION MUESTRA EXPERIMENTAL (%) DE LADRILLOS SUELO - CEMENTO CON 20% A ADICION DE ASERRIN DE MADERA					
MUESTRA	PESO HUEMEDO	PESO SECO	PESO DE AGUA	% ABSORCION	PROMEDI ABSORCION (%)
1	3564.50	3123.50	441.00	14.12%	
2	3450.50	3065.00	385.50	12.58%	
3	3553.00	3020.00	533.00	17.65%	15.08%
4	3449.00	2988.50	460.50	15.41%	
5	3537.00	3058.00	479.00	15.66%	

Fuente, elaboración propia

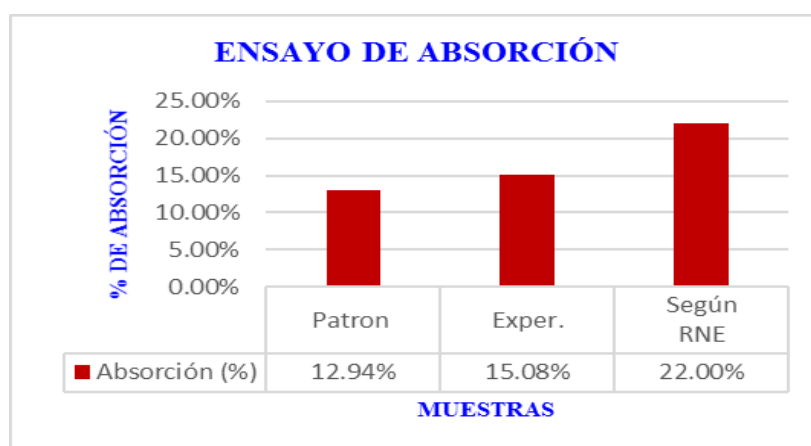


Figura 24: Ensayo de absorción de patrón y experimental
Fuente: Elaboración propia, laboratorios USP San Pedro

En succión el resultado es como nos muestra la (tabla) la unidad de ladrillo de la muestra patrón fue de 25.78 gr/200cm² x min), mientras que de la muestra experimental fue de 22.88 gr/200cm²xmin. Existiendo una variación en ambos de 2.9 gr/200cm²xmin.

Tabla III-9

Resultados de succión de muestra patrón

ENSAYO DE SUCCION MUESTRA PATRON DE LADRILLOS SUELO - CEMENTO										
muestra	pesos			dimensiones			área			succión (g/cm ²)
	peso húmedo	peso seco	peso agua	largo	ancho	diámetro alveolar	área alveolar	área bruta	área neta	
1	3236.70	3211.70	25.00	250.00	123.00	40.00	10053.10	30750.00	20696.90	24.16
2	3102.00	3073.00	29.00	250.00	123.00	40.00	10053.10	30750.00	20696.90	28.02
3	3216.70	3192.80	23.90	250.00	123.00	40.00	10053.10	30750.00	20696.90	23.10
4	3175.30	3148.80	26.50	250.00	123.00	40.00	10053.10	30750.00	20696.90	25.61
5	3251.90	3222.90	29.00	250.00	123.00	40.00	10053.10	30750.00	20696.90	28.02
promedio de succión (gr/(200cm²+x min))										25.78

Fuente, Elaboración propia

Tabla III-10

resultados de succión de muestra experimental

ENSAYO DE SUCCION MUESTRA EXPERIMENTAL DE LADRILLOS SUELO - CEMENTO CON 20% A ADICION DE ASERRIN DE MADERA										
muestra	pesos			dimensiones			área			succión (g/cm ²)
	peso húmedo	peso seco	peso agua	largo	ancho	diámetro alveolar	área alveolar	área bruta	área neta	

muestra	peso húmedo	peso seco	peso agua	largo	ancho	diámetro alveolar	área alveolar	área bruta	área neta	succión (g/cm ²)
1	3009.70	2986.90	22.80	250.00	123.00	40.00	10053.10	30750.00	20696.90	22.03
2	3193.90	3163.80	30.10	250.00	123.00	40.00	10053.10	30750.00	20696.90	29.09
3	3046.70	3025.10	21.60	250.00	123.00	40.00	10053.10	30750.00	20696.90	20.87
4	3039.40	3021.30	18.10	250.00	123.00	40.00	10053.10	30750.00	20696.90	17.49
5	3104.50	3078.70	25.80	250.00	123.00	40.00	10053.10	30750.00	20696.90	24.93
promedio de succión (gr/(200cm²+x min))										22.88

Fuente, elaboración propia

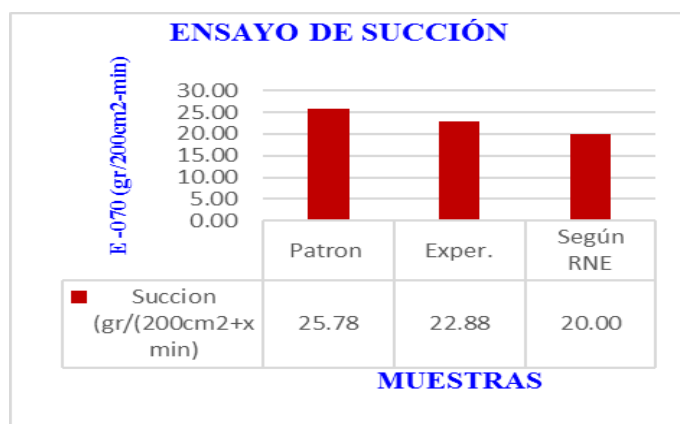


Figura 25: Ensayo de succión de muestra patrón y experimental
Fuente: Elaboración propia, laboratorios USP San Pedro

Los resultados mecánicos de los especímenes de ladrillos ecológicos

Resistencia a la compresión simple se tiene el resultado Como se muestra en la (tabla N° 22), la resistencia a compresión final promedio es de 80.38 kg/cm² con una dispersión de resultados 8.82% de la muestra patrón con respecto muestra experimental que tiene la resistencia a compresión final promedio es de 69.67kg/cm² con una dispersión de resultados 6.11% entre ambos existiendo una diferencia 10.71 kg/cm²

Tabla III-11

Resultados de compresión simple de unidades ecológicas de la muestra patrón

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE DE UNIDADES MUESTRA PATRON DE LADRILLOS SUELO - CEMENTO		
PESOS	DIMENSIONES	AREA (cm ²)

MUESTRA	PESO HUEMEDO	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	CARGA (KG-F)	COMPRESION Kg-f /cm2
1	4067.00	250.00	123.00	70.00	307.50	29932.56
2	4220.00	249.00	123.00	70.00	306.27	29029.91
3	4027.50	249.00	123.00	70.00	306.27	24171.94
4	4142.50	250.00	123.00	70.00	307.50	26666.70
5	3804.50	249.00	123.00	70.00	306.27	25423.85
promedio resistencia a la compresión Kg-f /cm2						80.16
desviación estándar						7.78
resistencia a la compresión Kg-f /cm2 final						80.38
dispersión de resultados						8.82%

Fuente, elaboración propia

Tabla III-12

Resultados a compresión simple de unidades ecológicas experimental

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE DE UNIDADES MUESTRA EXPERIMENTAL DE LADRILLOS SUELO - CEMENTO CO 20% DE ASERRIN DE MADERA								
MUESTRA	PESOS		DIMENCIONES			AREA (cm2)	CARGA (KG-F)	COMPRESION (Kg -f /cm2)
	PESO HUEMEDO	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)				
1	4035.00	250.00	123.00	70.00	307.50	22366.64	72.74	
2	4076.00	249.00	123.00	70.00	306.27	21876.76	71.43	
3	4220.00	249.00	123.00	70.00	306.27	22448.29	73.30	
4	3941.50	250.00	123.00	70.00	307.50	21944.80	71.37	
5	4169.00	249.00	123.00	70.00	306.27	25165.31	82.17	
promedio resistencia a la compresión Kg-f /cm2							74.20	
desviación estándar							4.53	
resistencia a la compresión Kg-f /cm2 final							69.67	
dispersión de resultados							6.11%	

Fuente, Elaboración propia

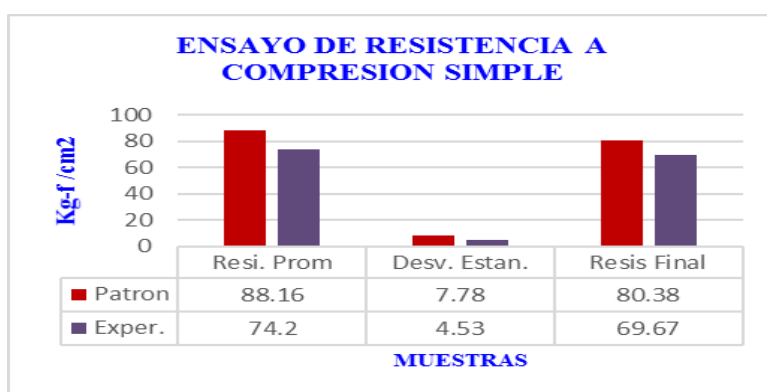


Figura 26: Compresión simple de unidades ecológicas

Fuente: Elaboración propia, laboratorios USP San Pedro

Resistencia a la compresión de pilas (RNE. E-070) se tiene el resultado Como se muestra en la (tablaN°24), la resistencia a compresión pilas (f'm) final promedio es de 95.52kg/cm2 con una dispersión de resultados 4.90% de la muestra patrón con respecto muestra experimental que tiene la resistencia a compresión pilas (f'm) final promedio es de 70.62kg/cm2 con una dispersión de resultados 8.59% entre ambos existiendo una diferencia f'm= 24.9 kg/cm2

Tabla III-13

Resultado de compresión simple axial de pilas de muestra patrón

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE DE UNIDADES MUESTRA PATRON DE LADRILLOS SUELO - CEMENTO										
muestra	pesos		dimensiones			área (cm2)	carga (kg-f)	esbeltez	factor de corrección (c)	resistencia admisible (f'm =kg -f /cm2)
	peso húmedo	largo (mm)	ancho (mm)	alto (mm)						
1	18505.00	250.00	123.00	290.75	307.50	37956.61	2.36	0.78	96.30	
2	18440.00	249.00	123.00	290.25	306.27	41567.21	2.36	0.78	105.89	
3	18345.00	249.00	123.00	289.25	306.27	38981.73	2.35	0.78	99.15	
promedio resistencia a la compresión Kg-f /cm2									100.45kg-f/cm2	
desviación estándar									4.92	
resistencia a la compresión Kg-f /cm2 final									95.52kg-f/cm2	
dispersión de resultados									4.90%	
Promedio esbeltez									2.36	

Fuente, Elaboración propia

Tabla III-14

Resultado de compresión simple axial de pilas de muestra experimental

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE DE UNIDADES MUESTRA EXPERIMENTAL DE LADRILLOS SUELO - CEMENTO CO 20% DE ASERRIN DE MADERA										
muestra	pesos		dimensiones			área (cm2)	carga (kg-f)	esbeltez	factor de corrección (c)	resistencia admisible (f'm =kg -f /cm2)
	peso húmedo	largo (mm)	ancho (mm)	alto (mm)						
1	18105.00	250.00	123.00	297.25	307.50	27415.12	2.42	0.79	70.33	
2	18660.00	249.00	123.00	305.25	306.27	29918.95	2.48	0.80	77.88	
3	18280.00	249.00	123.00	296.25	306.27	32499.90	2.41	0.79	83.56	
promedio resistencia a la compresión Kg-f /cm2									77.25kg-f/cm2	
desviación estándar									6.64	
resistencia a la compresión Kg-f /cm2 final									70.62kg-f/cm2	
dispersión de resultados									8.59%	
Promedio esbeltez									2.44	
factor de corrección									0.7874	

Fuente Elaboración propia

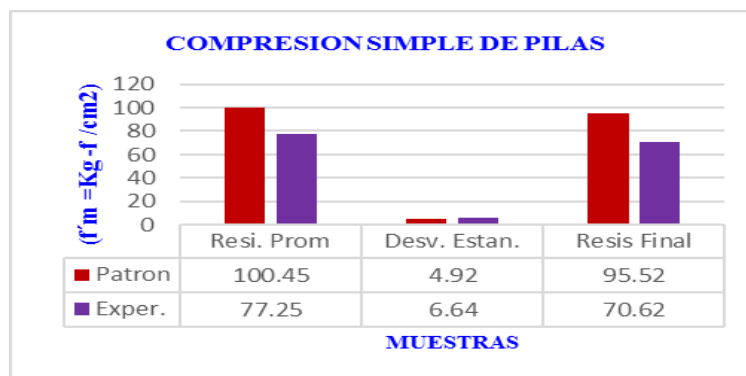


Figura 27: Compresión axial de pilas de la muestra patrón y experimental
Fuente: Elaboración propia, laboratorios USP San Pedro

Resistencia a la compresión diagonal de muretes (RNE. E-070) se tiene como resultado Como se muestra en la (tabla 26 y 27), la resistencia a compresión diagonal de muretes ($v'm$) final promedio es de 4.24kg/cm² con una dispersión de resultados 11.09% de la muestra patrón con respecto muestra experimental que tiene la resistencia a compresión diagonal de muretes ($v'm$) final promedio es de 4.381kg/cm² con una dispersión de resultados 9.03% entre ambos existiendo una diferencia $v'm= 0.14$ kg/cm².

Tabla N° 26

Tabla III-15

Resultados de ensayo compresión diagonal de murete de espécimen patrón

ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL DE MURETE DE MUESTRA PATRON DE LADRILLOS SUELO - CEMENTO								
muestra	alto (cm)	largo cm	dimensiones			carga (kg)	resistencia unitaria de corte $v'm$ (kg-f/cm ²)	tipo de falla
			longitud diagonal de muro (l=cm)	espesor de muro (t= cm)	área (cm ²)			
1	64.50	62.07	89.51	12.50	1118.94	6000.00	5.36	
2	64.30	62.70	89.81	12.50	1122.62	5150.00	4.59	General
3	64.40	63.00	90.09	12.50	1126.14	4900.00	4.35	
promedio resistencia a la compresión Kg-f /cm²							4.77kg-f/cm ²	
desviación estándar							0.53	
resistencia a la compresión Kg-f /cm² final							4.24kg-f/cm ²	
dispersión de resultados							11.09%	

Fuente, elaboración propia

Tabla III-16

Resultados de ensayo compresión diagonal de murete de espécimen patrón

muestra	dimensiones				área (cm ²)	carga (kg)	resistencia unitaria de corte v'm (kg-f/cm ²)	tipo de falla
	alto (cm)	lago (cm)	longitud diagonal de muro (l=cm)	espesor de muro (t=cm)				
1	66.50	63.50	91.95	12.50	1149.35	6000.00	5.22	General
2	66.80	63.00	91.82	12.50	1147.77	5000.00	4.36	
3	66.70	63.00	91.75	12.50	1146.86	5600.00	4.88	
promedio resistencia a la compresión Kg-f /cm²							4.82kg-f/cm ²	
desviación estándar							0.44	
resistencia a la compresión Kg-f /cm² final							4.38kg-f/cm ²	
dispersión de resultados							9.03%	

Fuente, Elaboración propia

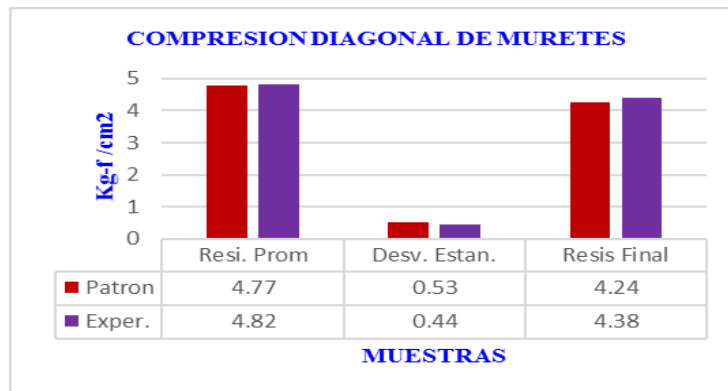


Figura 28: Compresión diagonal de muretes de la muestra patrón y experimental
Fuente: Elaboración propia, laboratorios USP San Pedro

IV. DISCUSIÓN RESULTADOS

Suelo para elaboración de ladrillos ecológicos: La selección de cantera es muy importante para determinar las propiedades físicas de suelo ya que de todo los suelos sus características son diferentes, según Las investigaciones realizadas se ha demostrado que las características de suelo influyen en resultado final, las recomendaciones de las investigaciones nos indican que un suelo agrícola no se podría utilizarse el cual generaría un resultado poco confiable, pero un suelo inerte si da un resultado confiable, es por ello seleccionamos una cantera en Shancayán que se asemeja a las características recomendadas por las investigaciones anteriores. Una vez seleccionado se procedió a remover y luego a zarandada para descontar los materiales gruesos luego se precedió a triturar para obtener material menor a malla N° 4 a este material se procedió a ensayar encontrándonos con los siguiente resultados suelo arcilloso 60% arena 40%, limite liquido 26.67 limite liquido 16.21 y un IP 10.46, este resultado nos permitió el desarrollo del diseño de la muestra tanto patrón y experimental, además lo que se añadido es la cantidad de arena al 50% y convirtiendo al suelo arcilloso al 50%, esta dosificación se realizó para equilibrar las cantidades de materia prima, de esta manera nos asemejamos al investigación realizada por (Javier Rojas Vargas Y Ricardo Antonio Vidal Toche) en donde recomiendan utilizar los suelos con siguientes características.

Aquellas que pasen por el tamizado de 4.8 mm al 100%. - Aquellas que pasen por el tamizado de 0.075 mm de 10% al 50%. - Límite de liquidez menor o igual al 45%. - Índice de plasticidad menor o igual al 18%. Así mismo los resultados de fluorescencia de rayos X de la arcilla nos muestra que más 93.93% son material alcalino y este resultado en comparación con los componentes de cemento portland tipo I contribuirá a la resistencia y la durabilidad de los ladrillos ecológicos.

El aserrín de madera para elaboración de ladrillos ecológico, como resultado nos muestra un PH de 3.25 que clasifica como altamente acida lo que significa, que con la presencia de humedecimiento o agentes nocivos del medio ambiente sería perjudicial para la resistencia de ladrillos, pero sin embargo como unidades de ladrillo su PH equivale a 9.34 significa que se encuentra por encima del nivel neutro

que es $PH=7$, con esta interpretación las unidades de ladrillo podrían ser empleadas de forma normal en las construcciones de obras civiles en donde se aplica su uso, pero sin embargo queda en investigar para más adelante influencia de humedad para estos ladrillo experimentales.

De Las propiedades físicas

Los resultados con respecto a dimensiones y alabeo varían mínimamente como se aprecia en el cuadro de CAPITULO III de resultados tabla N° III-4 tanto para la muestra patrón y experimental y las dimensiones con respecto a nominal varían como máximo a 2mm en ancho de la muestra experimental estos resultados indican que las variaciones entre ambas muestras no fue muy significativa los que garantiza los resultados obtenidos, y de acuerdo a la clasificación según el RNE, E-070 nos indican que los ladrillos pueden ser utilizados en muros de tabiquería los que varían entre 0.4mm a 5mm, por el resultado mostrado según los ensayos los ladrillos ecológicos de la muestra patrón y experimental podrán ser utilizados para muros portantes y no portantes sin ningún inconvenientes.

La densidad seca es una de las propiedades que tiene mayor relevancia, respecto a la calidad de ladrillos a mayor densidad se obtiene la mejor calidad de ladrillo, y si realizamos las comparaciones con respecto a la norma en donde la densidad mínima de un ladrillo para arcillas cocidas es 1.50 gr/cm^3 , y nuestros resultados como de: ladrillo ecológico patrón = 1.838 gr/cm^3 y ladrillo ecológico experimental = 1.704 gr/cm^3 se encuentran por encima del mínimo permitido lo que se puede discutir es la diferencia que existe de muestra patrón, con respecto al experimental de 0.134 gr/cm^3 esta diferencia no indica que la muestra patrón es más resistente que lo experimental, significa que la adición de aserrín de madera en su estado natural contribuyo una diferencia negativa pero sin embargo ambas unidades se pueden emplear en las construcciones de las viviendas en la ciudad de Huaraz sin ningún inconvenientes tanto para muros portantes y no portantes.

La absorción con respecto a los parámetros máximos que exige la norma de RNE – E-070 que es de 22% como máximo para un ladrillo cocido de arcilla, la presente investigación de ladrillos ecológicos: la muestra patrón con una absorción de 12.93% y experimenta con 15.08% en promedios, se encuentran en este parámetro permitido pero sin embargo la unidad ecológica de muestra experimental tiene una absorción mucho más mayor a la de muestra patrón, este resultado se debe a que la composición de aserrín de madera en estado natural es más absorbente, pero sin embargo estas unidades ecológicas se podrán emplear en la construcción de muros sin ningún inconveniente.

La succión según la norma E-070 como una absorción es de 10 gr/200cm² a 20 gr/200cm² un parámetro establecido para los ladrillos de arcilla cocida estos parámetros contempla a que se debe humedecer en acto antes de emplear pero sin embargo si estas se encuentran por encima del máximo, en este caso las unidades de los ladrillos tendrán que ser humedecidos antes de ser empleadas en la construcción con una recomendación a someter durante 30 minutos antes de 10 a 15 horas de ser aplicadas, en ese sentido estas unidades ecológicas se tendrán que ser remojadas antes de emplear.

De las propiedades mecánicas

La resistencia compresión simple de las unidades de la muestra patrón y experimental se clasifican según la norma de RNE E-070 Albañilería y la norma de Adobe RNE E-080 para así verificar su aceptación y de esta manera clasificar al tipo donde corresponde estas unidades de los ladrillos ecológicos: según la norma de ADOBE E-080 la resistencia mínima es de 12kg-f/cm², y las resistencias de arcillas cocidas según la norma RNE E-070 albañilería se clasifica en tipos; Ladrillo Tipi I = 50kr- f /cm², Ladrillo Tipi II = 70kr- f /cm², Ladrillo Tipi III = 95kr- f /cm², Ladrillo Tipi IV = 130kr- f /cm²; comparando los resultados de unidades ecológicas según su resistencia se llega a clasificar en : la muestra patrón con una resistencia característica de 80.16kg-f /cm² en ladrillo tipo II y la muestra

experimental con la resistencia característica de 69.67 kg-f/cm² en ladrillo tipo I, pero sin embargo por milésimas de resultados esta se puede también considerar en ladrillo tipo II. Para que esta diferencia de clasificación exista. La adición del 20% de aserrín de madera disminuyó la fuerza de la compresión en un 15.83%. Así mismo la desviación estándar de la muestra patrón fue de 7.78 y de muestra experimental = 4.53 esto significa que los resultados de la muestra patrón han sido más dispersos a media del grupo patrón así mismo si vemos en porcentajes de dispersión la muestra patrón es de 8.82% y la muestra experimental = 6.11%. La discusión en cuanto a la resistencia no es relevante ya que los ladrillos de tipo I son utilizados mayormente en los muros no portantes más bien la aligeración de peso de estas unidades sería la materia de discusión por que para utilizar en muros no portantes mucho interesa el peso de los ladrillos.

Discusión de resultados en cuanto a la resistencia a la compresión axial de pilas, se da después de haber clasificado las unidades ecológicas en tipo II a la muestra patrón y en tipo I a la muestra experimental es necesario también verificar el comportamiento de la resistencia axial de pilas y para ello también abordaremos los parámetros mínimos de la clasificación según la norma E- 070 RNE para los de arcilla: King Kong artesanal 35kg-f /cm², King Kong industrial 65kg-f /cm², Rejilla industrial 85kg-f /cm² así mismo lo de sílice King Kong normal 110kg-f /cm², Dedalo 95kg-f /cm² y sílice estándar y mecánico 110kg-f /cm²,

Haciendo la comparación de la resistencia: la muestra patrón con una resistencia de 95.57 kg-f/cm² se ubica en la resistencia dedalo según la norma E-070 RNE y la muestra experimental con la resistencia de 70.72 kg-f/cm² se comparó con el King Kong industrial, de los resultados lo que puede observar es la diferencia de que existe entre patrón y experimental en este último la resistencia es mucho más menor, debido que en la composición de la mezcla lleva aserrín de madera y una cierta diferencia de cantidad de agua el cual no contribuye con la resistencia, pero sin embargo las unidades con refuerzos alveolares son resistentes para una construcción de albañilería para muros portantes y muros no portantes quiere decir

que ambas unidades pueden ser utilizado en una construcción sin ningún impedimento.

La resistencia a la compresión diagonal de muretes se clasifica similarmente a la de pilas, también es necesario comparar los resultados mínimos según la norma E - 070 Albañilería para ello se verificó las resistencias según el material: arcilla King Kong artesanal $v'm = 5.1 \text{ kg-f/cm}^2$, arcilla King Kong industrial $v'm = 8.1 \text{ kg-f/cm}^2$, arcilla Rejilla Industrial $v'm = 9.2 \text{ kg-f/cm}^2$, Haciendo la comparación de resistencias: la muestra patrón con 4.241 kg-f/cm^2 y la muestra experimental con 4.381 kg-f/cm^2 se puede ubicar con la resistencia comparado con material de King Kong artesanal según la norma E-070 RNE. El resultado obtenido de este ensayo está un poco aislado de la resistencia mínima requerida para el diseño de muros, pero sin embargo los datos mínimos que está en la norma también se toma como dato para los diseños en este caso las resistencias obtenidas se utilizarían como datos del diseño para estos materiales.

V. CONCLUSIONES

A los resultados obtenidos de la cantera seleccionada de suelos (Shancayán) para la elaboración de ladrillos ecológicos. Equilibrando a 50% los retenidos en la malla

N°200 se llegó a optimizar la composición del suelo y se logró que las unidades ecológicas no sufrieran fisuras por contracción al momento de elaboración ni tampoco al momento de curado, así mismo la clasificación SUCS de siglas (CL) fue arcilla inorgánica.

De la composición química del suelo de los resultados se aprecia que más 93.93% son material alcalino y este resultado en comparación con los componentes de cemento portland tipo I contribuirá a la resistencia y la durabilidad de los ladrillos ecológicos.

El PH de 3.25 de aserrín de madera de eucalipto se califica como extremadamente ácida lo que significa que con la presencia de agua y agentes nocivos del medio ambiente sería perjudicial, pero sin embargo el PH de ladrillo adicionado con aserrín nos arroja un PH = 9.34 que ya es alcalino por lo tanto en su estado natural no afectaría a la durabilidad de ladrillo.

La mezcla patrón en relación A/C = 0.25 Así mismo la mezcla experimental en relación A/C = 0.29 con estas relaciones. las mezclas resultaron adecuadas, porque al momento de la elaboración, curado y secado no presentaron fisuras por contracción. Estas dosificaciones son tomadas de una manera aleatoria no existe un método de cálculo. La variabilidad en la cantidad de agua de muestra patrón a experimental se debe a que la muestra experimental en su composición lleva aserrín y este requiere mayor cantidad de agua, el cual resulto de forma negativa en cuanto a los resultados de resistencia

En cuanto a los ensayos físicos la variación de dimensión más relevante es el lado ancho de muestra experimental con una variación de 2mm y las otras variaciones en promedio son menores y la norma de ladrillos nos permite hasta una variación 4mm por lo tanto estamos dentro del rango permitido,

En cuanto al peso, tenemos un peso promedio de: patrón = 3. 206 kg, experimental 3.052kg habiendo una pequeña alteración entre ambas muestras con una diferencia de 152 g. La densidad seca de estas unidades ecológicas se obtuvo por encima del valor mínimo que es 1.50 g/cm³ para ladrillos de arcilla cocida,

La absorción que se obtuvo de la muestra: patrón = 12.94% y experimental = 15.08% de encuentra por debajo de máximo permitido para ladrillos cocidos que es de 22% habiendo una diferencia entre ambas muestras de 2.14% esta diferencia principalmente se debe que la muestra experimental entre su propiedad tiene el aserrín de madera en 20%, y el aserrín en su estado natural es absorbente al agua.

La velocidad de succión de estas unidades ecológicas de la muestra patrón 25.78 gr/200cm² x min), y muestra experimental 22.88 gr/200cm²xmin. Existiendo una variación en ambos de 2.9 gr/200cm²xmin está por encima del rango permitido que es de 20 gr/200cm²xmin para ladrillos de arcilla cocida esto significa que antes de someter a la colocación de debe de humedecer por un lapso de 30 minutos, a 10 a 15 horas antes de emplearlas de esta manera para evitar la pérdida inmediata de la humedad de los morteros y así garantizar una buena calidad en la construcción.

La resistencia a compresión simple de estas unidades prensadas patrón $f'_b=80.38\text{kg/cm}^2$ y experimental $f'_b=69.67\text{Kg/cm}^2$ tienen la resistencia característica del ladrillo tipoII que es de $f'_b=70\text{Kg/cm}^2$.

La resistencia a compresión axial de pilas de las unidades prensadas patrón $f'_m=95.57\text{kg/cm}^2$ y experimental $f'_m=70.72\text{Kg/cm}^2$ tienen la resistencia característica del ladrillo selice – cal de dedaló que es de $f'_b=95\text{Kg/cm}^2$ y la resistencia experimental característica que es de $f'_b=65\text{Kg/cm}^2$ King Kong industrial este se puede determinar que una pila con refuerzo vertical es bastante resistente para la construcción de la albañilería.

La resistencia a compresión diagonal de muretes de las unidades prensadas patrón $v'_m=4.241\text{kg/cm}^2$ y experimental $v'_m=4.381\text{Kg/cm}^2$, se aproximan a la

resistencia característica del ladrillo King Kong artesanal que es de $f_m = 5.1$ Kg/cm² el esto vale decir que está aislado resistencia mínima, pero sin embargo para diseño con estas unidades se puede considerar como dato para el cortante ultimo ya por la dispersión de resultado se puede aceptar el ensayo.

En cuanto al análisis estadístico. La aceptación de ladrillos estas unidades ecológicas estadísticamente se encuentran por debajo de lo máximo permitido y según las normas de ladrillos: Para ladrillos industriales con una dispersión máxima de 20% y ladrillos artesanales 40% y en ningunas de las interpretaciones estadísticas se supera este límite máximo por tanto los resultados de esta investigación resultan adecuados

VI. RECOMENDACIONES

Al Seleccionar la cantera del suelo para la elaboración de estas unidades ecológicas es muy importante determinar las características del suelo ya que de esto depende la calidad de ladrillo ecológico. El suelo a utilizar debe ser siempre inerte sin materia orgánica por un material con presencia del material orgánico influirá en la resistencia de ladrillo.

La determinación de la mezcla y la relación de agua cemento para la elaboración de ladrillo es muy importante ya que de esto depende la calidad de ladrillo.

En la realización de los ensayos físicos mecánicos como: variación de dimensiones, densidad, absorción, succión, compresión simple y compresión diagonal es muy importante que los equipos a utilizar que estén bien calibrados para de esta manera obtener resultados confiables.

En la determinación de la línea de investigación a futuros se recomienda continuar con la investigación de: adherencia de la mezcla de mortero en muro de ladrillo, la impermeabilidad de muro para prevenir la humedad dentro las viviendas, ensayos en muros con cargas laterales sísmicas, elaboración de módulos para realizar ensayos sísmicos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abanto, P. y Akarley, P. (2014). Características físicas y mecánicas de unidades de albañilería ecológicas fabricadas con suelo – cemento en la ciudad de Trujillo (Tesis Para Optar Título Profesional). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo – Perú. Recuperado de : http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/684/1/ABANTO_PETER_CHARACTERISTICAS_FISICA%20MECANICA_SUELO.pdf

INDECOPI (2010). NORMAS TÉCNICAS 331.018 NTP 331.018.

Instituto nacional de la competencia y de la protección de la propiedad intelectual INDECOPI COMISION DE REGLAMENTOS TECNICOS Y COMERCIALES (NORMAS TECNICAS) NTP 331.018.

Instituto nacional de la competencia y de la protección de la propiedad intelectual INDECOPI COMISION DE REGLAMENTOS TECNICOS Y COMERCIALES (NORMAS TECNICAS) NTP 331.019

María Cabo Laguna (2011) ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción (tesis grado de título), universidad Pública de Navarra ESPAÑA Recuperado de: <http://academicae.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/4504/577656.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, y SENSICO (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E – 070 “Albañilería”

Padrón, J. y Ruiz, E. (2015). Análisis del bloque de tierra comprimida como material alternativo y sostenible para la construcción (Tesis de grado Título

Profesional). Universidad Rafael Urdaneta, Venezuela. Recuperado de:
<http://200.35.84.131/portal/bases/marc/texto/2301-15-08278.pdf>

Rejal, A. (1984). Materiales de construcción Lima – Perú 1984

Rojas, J. Y Vidal R, (2014). Comportamiento Sísmico de un módulo de dos pisos reforzado y Construido con ladrillos ecológicos prensados (Tesis Para Optar Título Profesional). Pontifica Universidad Católica del Perú, Lima – Perú
Recuperado de:
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5618/ROJAS_JAVIER_COMPORTEAMIENTO_SISMICO_DOS_PISOS_LADRILLOS_ECOLOGICOS_PRENSADOS.pdf?sequence=1

DEDICATORIA

A nuestro divino creador por darnos las fuerzas para seguir adelante. A mi padre Albinito, mi madre Domichi, mi querida compañera de la vida Verónica y a todos mis hermanos Víctor Aydee, Omar, Isaac, Yulisa Digna quienes pudieron cooperar con su apoyo y aliento para lograr mi sueño profesional.

Autor: Luis A. Ramírez B

Agradecimiento

A mi Alma Mater Universidad San Pedro – Huaraz que, durante mis cursos de pre grado, desarrollo En la presente tesis cooperaron con sus sabios concejos y todos catedráticos y plana docencia, y un especial agradecimiento al ing. FLORES REYES, Gumersindo por su paciencia y dedicación que permitido en el desarrollo de esta investigación.

Autor: Luis A. Ramírez B

VIII. ANEXOS Y APENDICES

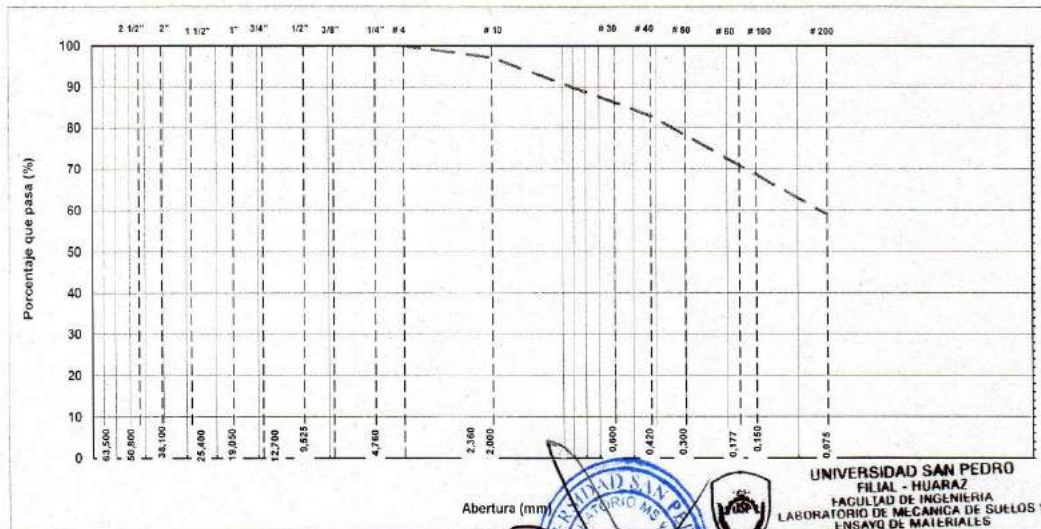


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, MTC E 204)			
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS :	"PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LADRILLOS ECOLOGICOS DE SUELO - CEMENTO CON ADICION DE 20 % DE ASERIN DE MADERA PARA MUROS NO PORTANTES, EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2016"		
SOLICITA :	Bach. RAMIREZ BERNACHEA Luis Albino		
ELEMENTO :	Suelos	HECHO POR :	LAB. USP
CANTERA :	Shancayan - Independencia - Huaraz	ING. RESP. :	E.M.A
		FECHA :	23-nov-16

DATOS DE LA MUESTRA			
MUESTRA :	01 Cantera Shancayan	PESO INICIAL :	2,436.5 g
		FRACCION LAVADA SECA :	1,016.5

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE % QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO B	FORMULA DE TRABAJO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.88							
3"	76.200							
2 1/2"	63.500	0.00	0.0	0.0	100.0			%Peso Piedra: 0.0%
2"	50.800	0.00	0.0	0.0	100.0			% Peso arena: 100.0%
1 1/2"	38.100	0.00	0.0	0.0	100.0			Limite Liquido (LL): 29.20
1"	25.400	0.00	0.0	0.0	100.0			Limite Plastico (LP): 19.67
3/4"	19.050	0.00	0.0	0.0	100.0			Indice Plastico (IP): 9.54
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	100.0			Clasificacion(SUCS): CL
3/8"	9.525	0.00	0.0	0.0	100.0			Clasific (AASHTO): A-4 (5)
1/4"	6.325	0.00	0.0	0.0	100.0			% Humedad: 2.0%
# 4	4.760	0.00	0.0	0.0	100.0			
# 10	2.000	68.90	2.8	2.8	97.2			
# 16	1.190	112.60	4.6	7.4	92.6			
# 20	0.840	71.30	2.9	10.4	89.6			
# 30	0.600	79.60	3.3	13.6	86.4			
# 40	0.420	81.10	3.3	17.0	83.0			OBSERVACIONES :
# 50	0.300	95.72	3.9	20.9	79.1			
# 60	0.177	65.88	2.7	23.6	76.4			
# 100	0.150	173.60	7.1	30.7	69.3			
# 200	0.075	251.30	10.3	41.0	59.0			
< N° 200	FONDO	1435.50	58.9	100				
FRACCION		1000.00						
TOTAL		2435.50						

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAJO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



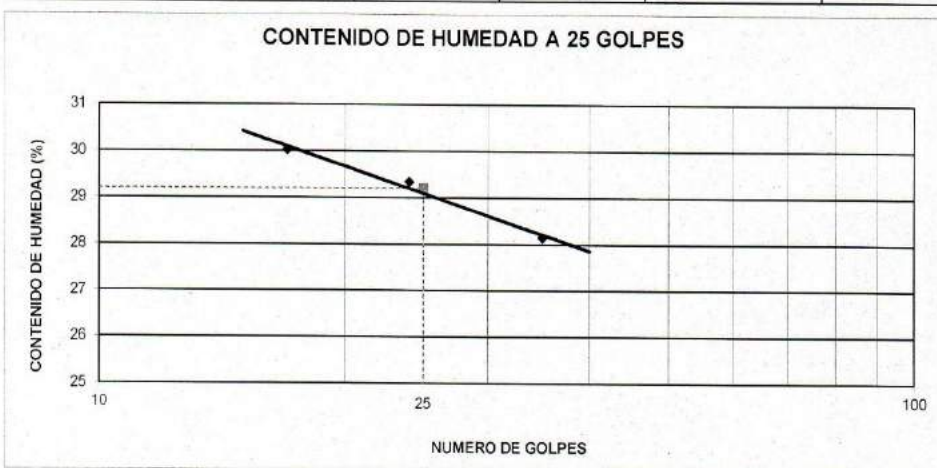
LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40
(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS: "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LADRILLOS ECOLOGICOS DE SUELO - CEMENTO CON ADICION DE 20 % DE ASERIN DE MADERA PARA MUROS NO PORTANTES, EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2016"			
SOLICITA:	Bach. RAMIREZ BERNACHEA Luis Albino.		
DISTRITO:	Independencia	HECHO	USP
PROVINCIA:	huaraz	FECHA	23/11/2016
		FORMATO	-

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

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		36	28	1
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	52.55	61.00	58.12
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	46.71	53.32	51.34
PESO DE AGUA	(g)	5.84	7.68	6.78
PESO DEL TARRO	(g)	27.26	27.14	27.25
PESO DEL SUELO SECO	(g)	19.45	26.18	24.09
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.03	29.34	28.14
NUMERO DE GOLPES		17	24	35

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		20	22	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	31.88	32.92	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	31.10	31.91	
PESO DE AGUA	(g)	0.78	1.01	
PESO DEL TARRO	(g)	27.09	26.83	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	4.01	5.08	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	19.45	19.88	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	29.20
LIMITE PLASTICO	19.67
INDICE DE PLASTICIDAD	9.54



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



Informe N°122-LAQ/2017

Análisis de una muestra de arcilla de Shancayán por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de arcilla de Shancayán, a pedido del Bach. Ramírez Bernachea, Luis Albín, egresado de la Universidad San Pedro, sede Huaraz, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Las Propiedades Físicas y Mecánicas del Ladrillo Ecológico Suelo-Cemento Fabricado con Adición de 20% de Aserrín de Madera para Muros No Portantes en la Ciudad de Huaraz-2016.”

La muestra está en forma de grano fino de color gris.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 2270 cts/s

Esta técnica permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos.. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una



componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene..

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de arcilla de Shancayan. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el intervalo de energías de 1 a 18 keV que es el intervalo de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en un proceso de calcinación y luego se normalizan para dar un total de 100%. Debe recalcar que en este caso la arcilla no ha sido calcinada; además, la técnica da directamente



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

la concentración de los elementos químicos. Estos resultados se utilizan luego para determinar la concentración de los óxidos.

Tabla 1. Composición elemental de la muestra de arcilla de Shancayán en % de masa.

Óxido	% masa	Normalizado
Al ₂ O ₃	6,723	16,104
SiO ₂	29.417	70.061
SO ₂	0.055	0.131
ClO ₂	0.055	0.132
K ₂ O	0.830	1.989
CaO	0.487	1.165
TiO ₂	0.447	1.068
Cr ₂ O ₃	0.007	0.018
MnO	0.052	0.124
Fe ₂ O ₃	3.244	7.769
Ni ₂ O ₃	0.007	0.016
CuO	0.237	0.567
ZnO	0.134	0.322
As ₂ O ₃	0.005	0.013
SrO	0.014	0.034
Y ₂ O ₃	0.005	0.011
ZrO ₂	0.031	0.075
Totales	41.749	100.00

La suma en términos de contenido de óxidos es bastante menor que 100% indicando que la muestra puede contener compuestos de Na y Mg que esta técnica no puede detectar y/o diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para aclarar esta situación se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X para determinar los compuestos que contiene la muestra con mayor precisión.

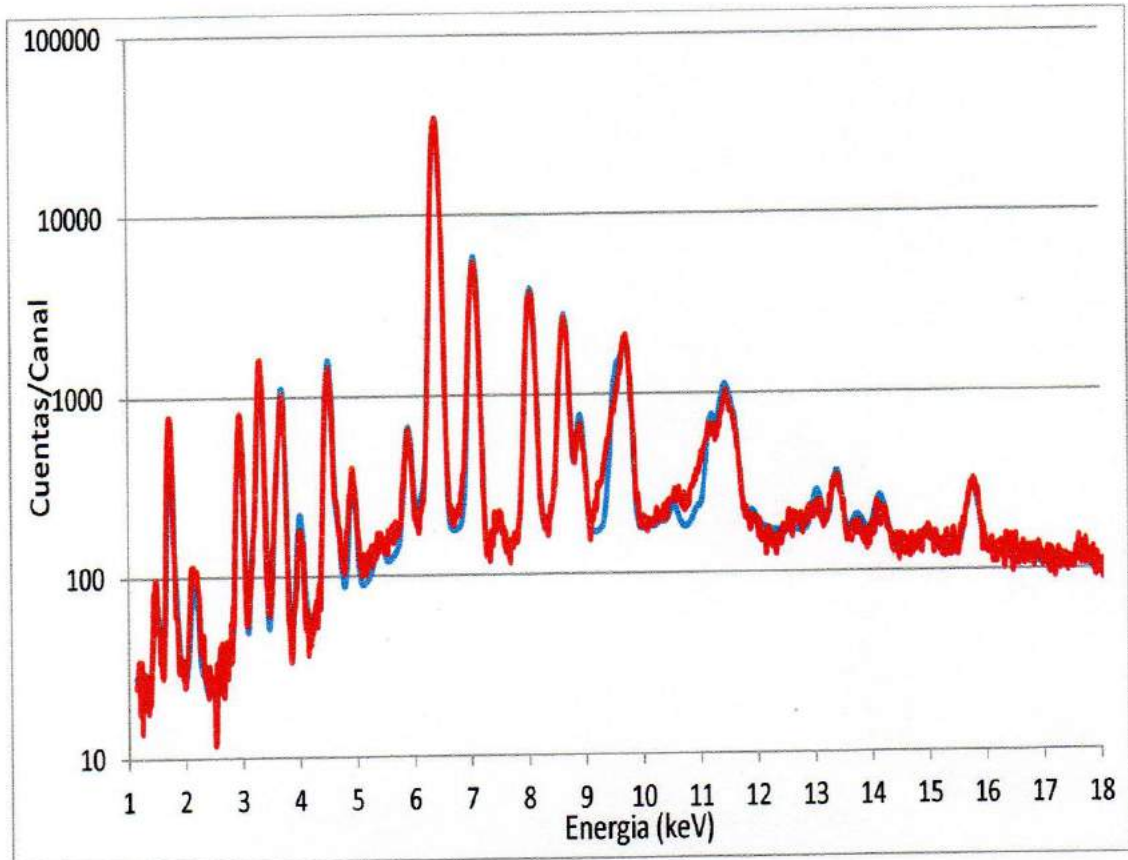


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de arcilla de Shancayán en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 22 de diciembre del 2017



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Las Propiedades físicas y mecánicas de ladrillo ecológicos de suelo – cemento fabricadas con adición de 20 % de aserrín de madera para muros portantes en la ciudad de Huaraz - 2016"

TESISTA : RAMIREZ BERNACHEA Luís Albino

INSTITUCIÓN : Universidad San Pedro SAD – Huaraz

MUESTRA : Aserrín de madera de eucalipto

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE MUESTREO: 04 de mayo del 2017

FECHA DE RECEPCIÓN: 04 de mayo del 2017

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 05 de mayo del 2017

FECHA DE TERMINO DEL ANALISIS: 05 de mayo del 2017

Muestra N°	pH
01	3.25

ENSAYOS:

1. Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente
- La fecha de muestreo es proporcionado por el cliente
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES.

- El pH es calificado como extremadamente ácida

Huaraz, 05 de Mayo del 2017





RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: “Las Propiedades Físicas y Mecánicas de Ladrillos Ecológicos de Suelo – Cemento Fabricados con Adición de 20 % de Aserrín de Madera para Muros No Portantes en la Ciudad de Huaraz-2016”

TESISTA : Luís Albino Ramírez Bernachea

MUESTRA : Ladrillo Ecológico de suelo- cemento + 20 % aserrín de madera.

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz

FECHA DE RECEPCIÓN: 10-01-18

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 11- 01-18

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 11-01-18

Muestra N°	pH
Above Ecológico	9.34

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como extremadamente alcalina

Huaraz, 11 de Enero del 2018.



[Signature]
Ing. M.Sc. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



ENSAYO DE DIMENCIONAMIENTO NTP 399.613 Y 399.604
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LADRILLOS ECOLOGICOS DE SUELO - CEMENTO CON ADICION DE 20 % DE ASERIN DE MADERA PARA MUROS NO PORTANTES, EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2016"

SOLICITA : Bach. RAMIREZ BERNACHEA Luis Albino
DISTRITO : INDEPENDENCIA **HECHO EN :** USP -HUARAZ
PROVINCIA : HUARAZ **FECHA :** 23/11/2016
ASESOR : ING. GUMERCINDO FLORES

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : Shancayan - Independencia - Huaraz
MUESTRA : Suelo triturado
PROF. (m) : -----

ITEM	DIMENSION DE UNIDADES PATRON (mm)			DIMENSION NOMINAL (mm)			VARIACION DE DIMENSIONES (%)		
	LARGO	ANCHO	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO
1	249.00	123.00	69.25	250.00	125.00	70.00	-0.40%	-1.60%	-1.07%
2	250.00	122.50	68.50	250.00	125.00	70.00	0.00%	-2.00%	-2.14%
3	249.00	123.00	70.00	250.00	125.00	70.00	-0.40%	-1.60%	0.00%
4	250.00	123.00	69.50	250.00	125.00	70.00	0.00%	-1.60%	-0.71%
5	249.00	123.00	70.00	250.00	125.00	70.00	-0.40%	-1.60%	0.00%
6	249.00	122.00	67.00	250.00	125.00	70.00	-0.40%	-2.40%	-4.29%
7	250.00	122.00	69.75	250.00	125.00	70.00	0.00%	-2.40%	-0.36%
8	250.00	123.00	69.75	250.00	125.00	70.00	0.00%	-1.60%	-0.36%
9	250.00	123.00	71.00	250.00	125.00	70.00	0.00%	-1.60%	1.43%
10	250.00	123.00	73.30	250.00	125.00	70.00	0.00%	-1.60%	4.71%

ITEM	DIMENSION DE UNIDADES EXPERIMENTAL (mm)			DIMENSION NOMINAL (mm)			VARIACION DE DIMENSIONES (%)		
	LARGO	ANCHO	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO
1	251.00	123.00	69.75	250.00	125.00	70.00	0.40%	-1.60%	-0.36%
2	251.00	123.00	72.75	250.00	125.00	70.00	0.40%	-1.60%	3.93%
3	251.00	123.00	70.50	250.00	125.00	70.00	0.40%	-1.60%	0.71%
4	250.00	123.00	70.50	250.00	125.00	70.00	0.00%	-1.60%	0.71%
5	250.00	123.00	69.75	250.00	125.00	70.00	0.00%	-1.60%	-0.36%
6	250.00	123.00	71.25	250.00	125.00	70.00	0.00%	-1.60%	1.79%
7	251.00	123.00	70.75	250.00	125.00	70.00	0.40%	-1.60%	1.07%
8	251.00	123.00	72.75	250.00	125.00	70.00	0.40%	-1.60%	3.93%
9	251.00	123.00	71.50	250.00	125.00	70.00	0.40%	-1.60%	2.14%
10	251.00	123.00	72.00	250.00	125.00	70.00	0.40%	-1.60%	2.86%

PROMEDIO DIMENSIONAL

	PATRON	EXPERIMENTAL	NOMINAL	VD (%) PAT.	VD (%) EXP.
LARGO	249.60	250.70	250.00	-0.16%	0.28%
ANCHO	122.75	123.00	125.00	-1.80%	-1.60%
ALTO	69.81	71.15	70.00	-0.28%	1.64%

	VARIACION DE DIMENSION DEL ENSAYO							
	Promedio Patron	Promedio Experimental	Métda Nominal	VD (mm) PAT.	VD (mm) EXP.	Disp. Patr	Disp. Exp.	
LARGO	249.60	250.70	250.00	0.4	0.70	0.21%	0.19%	
ANCHO	122.75	123.00	125.00	2.25	2.00	0.35%	0.00%	
ALTO	69.81	71.15	70.00	0.195	1.15	2.32%	1.55%	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



ENSAYO DE SUCCION DE LADRILLOS NORMA NTP N°333. 017, 333.018
LABORATORIO UNIVERSIDAD PRIVADA SAN PEDRO

TESIS	: "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LADRILLOS ECOLOGICOS DE SUELO - CEMENTO CON ADICION DE 20 % DE ASERIN DE MADERA PARA MUROS NO PORTANTES, EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2016"		
SOLICITA	: Bach. RAMIREZ BERNACHEA Luis Albino		
DISTRITO	: INDEPENDENCIA	HECHO I	: USP -HUARAZ
PROVINCIA	: HUARAZ	FECHA	: 23/03/2017
		ASESOR	: ING. GUMERCINDO FLORES

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : LADRILLO

ENSAYO DE SUCCION MUESTRA PATRON DE LADRILLOS SUELO - CEMENTO										
MUESTRA	PESOS			DIMENSIONES			AREA			SUCCION (g/cm ²)
	PESO HUEMEDO	PESO SECO	PESO AGUA	LARGO	ANCHO	DIAMETRO ALVEOLAR	AREA ALVEOLAR	AREA BRUTA	AREA NETA	
1	3236.70	3211.70	25.00	250.00	123.00	40.00	10053.10	30750.00	20696.90	24.16
2	3102.00	3073.00	29.00	250.00	123.00	40.00	10053.10	30750.00	20696.90	28.02
3	3216.70	3192.80	23.90	250.00	123.00	40.00	10053.10	30750.00	20696.90	23.10
4	3175.30	3148.80	26.50	250.00	123.00	40.00	10053.10	30750.00	20696.90	25.61
5	3251.90	3222.90	29.00	250.00	123.00	40.00	10053.10	30750.00	20696.90	28.02
promedio de succion (gr/(200cm ² +x min))										25.78

ENSAYO DE SUCCION MUESTRA EXPERIMENTAL DE LADRILLOS SUELO - CEMENTO CON 20% A ADICION DE ASERRIN DE MADERA										
MUESTRA	PESOS			DIMENSIONES			AREA			SUCCION (g/cm ²)
	PESO HUEMEDO	PESO SECO	PESO AGUA	LARGO	ANCHO	DIAMETRO ALVEOLAR	AREA ALVEOLAR	AREA BRUTA	AREA NETA	
1	3009.70	2986.90	22.80	250.00	123.00	40.00	10053.10	30750.00	20696.90	22.03
2	3193.90	3163.80	30.10	250.00	123.00	40.00	10053.10	30750.00	20696.90	29.09
3	3046.70	3025.10	21.60	250.00	123.00	40.00	10053.10	30750.00	20696.90	20.87
4	3039.40	3021.30	18.10	250.00	123.00	40.00	10053.10	30750.00	20696.90	17.49
5	3104.50	3078.70	25.80	250.00	123.00	40.00	10053.10	30750.00	20696.90	24.93
promedio de succion (gr/(200cm ² +x min))										22.88

RESULTADOS FINALES		
Muestra	Succion (gr/(200cm ² +x min))	Succion al momento de asentado. Según E-070 (gr/200cm ² -min)
Patron	25.78	de 10 a 20
Exper	22.88	

EXPRECION DE RESULTADO

1.- Cuando el area no difiere de ± 2.5% de 200cm² se calcula con diferencia de pesos dividido entre el area de ladrillo sumergido

$$S = \frac{w}{A} (\text{gr/cm}^2 \times \text{min})$$

2.- si el area difiere ± 2.5% de 200cm² se calcula con la fórmula expresa para corregir la velocidad se succion

$$S = \frac{200w}{A} (\text{gr}/200\text{cm}^2 \times \text{min})$$

DONDE S = SUCCION 200= FACTOR DE CORECCION
W= PESO DE AGUA
A= AREA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES
Elizabeth Maza Ambrosio
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



ENSAYO DE ABSORCION NTP 399.604 Y 399.613 LABORATORIO UNIVERSIDAD PRIVADA SAN PEDRO			
TESIS	: "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LADRILLOS ECOLOGICOS DE SUELO - CEMENTO CON ADICION DE 20 % DE ASERIN DE MADERA PARA MUROS NO PORTANTES, EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2016"		
SOLICITA	: Bach. RAMIREZ BERNACHEA Luis Albino		
DISTRITO	: INDEPENDENCIA	HECHO EN	: USP -HUARAZ
PROVINCIA	: HUARAZ	FECHA	: 23/11/2016
		ASESOR	: ING. GUMERCINDO FLORES

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: LADRILLO
PROF. (m)	: ----

ENSAYO DE ABSORCION MUESTRA PATRON (%) DE LADRILLOS SUELO - CEMENTO					
MUESTRA	PESO HUEMEDO	PESO SECO	PESO DE AGUA	% ABSORCION	PROMEDI ABSORCION (%)
1	3421.50	2985.50	436.00	14.60%	12.94%
2	3640.50	3213.00	427.50	13.31%	
3	3631.00	3290.00	341.00	10.36%	
4	3650.00	3214.50	435.50	13.55%	
5	3849.50	3411.00	438.50	12.86%	

ENSAYO DE ABSORCION MUESTRA EXPERIMENTAL (%) DE LADRILLOS SUELO - CEMENTO CON 20% A ADICION DE ASERRIN DE MADERA					
MUESTRA	PESO HUEMEDO	PESO SECO	PESO DE AGUA	% ABSORCION	PROMEDI ABSORCION (%)
1	3564.50	3123.50	441.00	14.12%	15.08%
2	3450.50	3065.00	385.50	12.58%	
3	3553.00	3020.00	533.00	17.65%	
4	3449.00	2988.50	460.50	15.41%	
5	3537.00	3058.00	479.00	15.66%	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



**ENSAYO DE DENSIDAD SECA NTP 399.613 Y 399.604
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

TESIS : "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LADRILLOS ECOLOGICOS DE SUELO - CEMENTO CON ADICION DE 20 % DE ASERIN DE MADERA PARA MUROS NO PORTANTES, EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2016"

SOLICITA : Bach. RAMIREZ BERNACHEA Luis Albino

DISTRITO : INDEPENDENCIA

HECHO EN : USP -HUARAZ

PROVINCIA : HUARAZ

FECHA : 23/11/2016

ASESOR : ING. GUMERCINDO FLORES

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : Shancayan - Independencia - Huaraz

MUESTRA : Suelo triturado

PROF. (m) : ----

ITEM	DIMENSION DE UNIDADES PATRON (mm)			DIAMETRO ALVEOLAR	VOLUMEN		PESO	DENSIDAD (Kg/cm ³)
	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	RADIO (mm)	VOLUMEN BRUTA (mm ³)	VOLUMEN NETA (cm ³)	(kg)	Kg/ cm ³
1	249.00	123.00	69.25	30.00	2120919.75	1729.32	3311.70	1.92
2	250.00	122.50	68.50	30.00	2097812.50	1710.45	3073.00	1.80
3	249.00	123.00	70.00	30.00	2143890.00	1748.05	3192.80	1.83
4	250.00	123.00	69.50	30.00	2137125.00	1744.11	3148.80	1.81
5	249.00	123.00	70.00	30.00	2143890.00	1748.05	3222.90	1.84
6	249.00	122.00	67.00	30.00	2035326.00	1656.45	2985.50	1.80
7	250.00	122.00	69.75	30.00	2127375.00	1732.95	3213.00	1.85
8	250.00	123.00	69.75	30.00	2144812.50	1750.39	3290.00	1.88
9	250.00	123.00	71.00	30.00	2183250.00	1781.75	3214.50	1.80
10	250.00	123.00	73.30	30.00	2253975.00	1839.47	3411.00	1.85
PROMEDIO DE DENSIDAD								1.84
DESVIACION ESTANDAR								0.04
DISPERCION DE RESULTADOS								2.002%

ITEM	DIMENSION DE UNIDADES EXPERIMENTAL (mm)			DIAMETRO ALVEOLAR	VOLUMEN		PESO	DENSIDAD
	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	RADIO (mm)	VOLUMEN BRUTA (mm ³)	VOLUMEN NETA (cm ³)	Kg	Kg/ cm ³
1	251.00	123.00	69.75	30.00	2153391.75	1758.96	2986.90	1.698
2	251.00	123.00	72.75	30.00	2246010.75	1834.62	3161.80	1.723
3	251.00	123.00	70.50	30.00	2176546.50	1777.88	3031.10	1.705
4	250.00	123.00	70.50	30.00	2167875.00	1769.21	3021.30	1.708
5	250.00	123.00	69.75	30.00	2144812.50	1750.39	3073.70	1.756
6	250.00	123.00	71.25	30.00	2190937.50	1788.03	3123.50	1.747
7	251.00	123.00	70.75	30.00	2184264.75	1784.18	3065.00	1.718
8	251.00	123.00	72.75	30.00	2246010.75	1834.62	3020.00	1.646
9	251.00	123.00	71.50	30.00	2207419.50	1803.10	2988.50	1.657
10	251.00	123.00	72.00	30.00	2222856.00	1815.71	3058.00	1.684
PROMEDIO DE DENSIDAD								1.704
DESVIACION ESTANDAR								0.033
DISPERCION DE RESULTADOS								1.953%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



LABORATORIO UNIVERSIDAD PRIVADA SAN PEDRO

RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE NORMA NTP N°331. 17, 331.18

TESIS : "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LADRILLOS ECOLOGICOS DE SUELO - CEMENTO CON ADICION DE 20 % DE ASERIN DE MADERA PARA MUROS NO PORTANTES, EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2016"							
SOLICITA : Bach. RAMIREZ BERNACHEA Luis Albino							
DISTRITO : INDEPENDENCIA				HECHO EN : USP -HUARAZ			
PROVINCIA : HUARAZ				FECHA : 23/03/2017			
ASESOR : ING. GUMERCINDO FLORES							
DATOS DE LA MUESTRA							
MUESTRA : LADRILLO							
ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE DE UNIDADES MUESTRA PATRON DE LADRILLOS SUELO - CEMENTO							
	PESOS		DIMENSIONES			AREA (cm2) CARGA (KG- COMPRESION F) Kg-f/cm2	
MUESTRA	PESO HUEMEDO	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)			
1	4067.00	250.00	123.00	70.00	307.50	29932.56	97.34
2	4220.00	249.00	123.00	70.00	306.27	29029.91	94.79
3	4027.50	249.00	123.00	70.00	306.27	24171.94	78.92
4	4142.50	250.00	123.00	70.00	307.50	26666.70	86.72
5	3804.50	249.00	123.00	70.00	306.27	25423.85	83.01
promedio resistencia a la compresion Kg-f/cm2							88.16kg-f/cm2
desviacion estandar							7.78
resistencia a la compresion Kg-f/cm2 final							80.38kg-f/cm2
dispersion de resultados							8.82%
ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE DE UNIDADES MUESTRA EXPERIMENTAL DE LADRILLOS SUELO - CEMENTO CO 20% DE ASERRIN DE MADERA							
	PESOS		DIMENSIONES			AREA (cm2) CARGA (KG- COMPRESION F) (Kg -f/cm2)	
MUESTRA	PESO HUEMEDO	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)			
1	4035.00	250.00	123.00	70.00	307.50	22366.64	72.74
2	4076.00	249.00	123.00	70.00	306.27	21876.76	71.43
3	4220.00	249.00	123.00	70.00	306.27	22448.29	73.30
4	3941.50	250.00	123.00	70.00	307.50	21944.80	71.37
5	4169.00	249.00	123.00	70.00	306.27	25165.31	82.17
promedio resistencia a la compresion Kg-f/cm2							74.20kg-f/cm2
desviacion estandar							4.53
resistencia a la compresion Kg-f/cm2 final							69.67kg-f/cm2
dispersion de resultados							6.11%
RESUMEN DE RESULTADOS							
	Resi. Prom	Desv. Estan.	Resis. Final				
Patron	88.16	7.78	80.38				
Exper.	74.2	4.53	69.67				



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUARAZ - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE DE PILAR RNE E-070, NTP 399.605 Y 399.621
LABORATORIO UNIVERSIDAD PRIVADA SAN PEDRO**

TESIS : "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LADRILLOS ECOLOGICOS DE SUELO - CEMENTO CON ADICION DE 20 % DE ASERIN DE MADERA PARA MUROS NO PORTANTES, EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2016"

SOLICITA : Bach. RAMIREZ BERNACHEA Luis Albino

DISTRITO : INDEPENDENCIA

HECHO EN : USP -HUARAZ

PROVINCIA : HUARAZ

FECHA : 23/03/2017

ASESOR : ING. GUMERCINDO FLORES

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : LADRILLO

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE DE UNIDADES MUESTRA PATRON DE LADRILLOS SUELO - CEMENTO									
MUESTRA	PESOS	DIMENSIONES			AREA (cm ²)	CARGA (KG-F)	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION (C)	RESISTENCIA ADMISIBLE (f'm =Kg -f/cm ²)
	PESO HUEMEDO	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)					
1	18505.00	250.00	123.00	290.75	307.50	37956.61	2.36	0.78	96.30
2	18440.00	249.00	123.00	290.25	306.27	41567.21	2.36	0.78	105.89
3	18345.00	249.00	123.00	289.25	306.27	38981.73	2.35	0.78	99.15
promedio resistencia a la compresion Kg-f/cm ²									100.45kg-f/cm ²
desviacion estandar									4.92
resistencia a la compresion Kg-f/cm ² final									95.52kg-f/cm ²
dispersion de resultados									4.90%
Promedio esbeltez									2.36

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE DE UNIDADES MUESTRA EXPERIMENTAL DE LADRILLOS SUELO - CEMENTO CO 20% DE ASERRIN DE MADERA									
MUESTRA	PESOS	DIMENSIONES			AREA (cm ²)	CARGA (KG-F)	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION (C)	RESISTENCIA ADMISIBLE (f'm =Kg -f/cm ²)
	PESO HUEMEDO	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)					
1	18105.00	250.00	123.00	297.25	307.50	27415.12	2.42	0.79	70.33
2	18660.00	249.00	123.00	305.25	306.27	29918.95	2.48	0.80	77.88
3	18280.00	249.00	123.00	296.25	306.27	32499.90	2.41	0.79	83.56
promedio resistencia a la compresion Kg-f/cm ²									77.25kg-f/cm ²
desviacion estandar									6.64
resistencia a la compresion Kg-f/cm ² final									70.62kg-f/cm ²
dispersion de resultados									8.59%
Promedio esbeltez									2.44
factor de correccion									0.7874



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for Engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : RAMIREZ BERNACHEA LUIS ALBINO
 Obra : TESIS (UNIVERSIDAD SAN PEDRO-HUARAZ-ANCASH)
 Ubicación : HUARAZ-ANCASH
 Asunto : Ensayo de Prueba de Carga
 Expediente N° : 17-1028
 Recibo N° : 55009
 Fecha de emisión : 05/04/2017

1. DE LA MUESTRA : Consistente en 03 muretes hechos con ladrillos ecológicos de suelo-cemento y adición de aserrín de madera en 20%.
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal TOKYOKOKI SEIZOSHO.
 Certificado de Calibración CMC-040-2016
3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia ASTM E 519
4. RESULTADOS : Fecha de Ensayo : 04/04/2017

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	DIMENSIONES (cm)			CARGA MÁXIMA DE ROTURA (Kg)	OBSERVACIÓN
		LARGO	ANCHO	ESPESOR		
EXPERIMENTAL L1	07/03/2017	66.5	63.5	12.5	6000	FRACTURA DIAGONAL BLOQUE
EXPERIMENTAL L2	07/03/2017	63.0	66.8	12.5	5000	FRACTURA DIAGONAL BLOQUE
EXPERIMENTAL L3	07/03/2017	63.0	66.7	12.5	5600	FRACTURA DIAGONAL BLOQUE

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A



Ana Torre Carrillo

Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 306



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo
 de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por
ABET
Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : RAMIREZ BERNACHEA LUIS ALBINO
Obra : TESIS (UNIVERSIDAD SAN PEDRO-HUARAZ-ANCASH)
Ubicación : HUARAZ-ANCASH
Asunto : Ensayo de Prueba de Carga
Expediente N° : 17-1028
Recibo N° : 55009
Fecha de emisión : 05/04/2017

1. DE LA MUESTRA : Consistente en 03 muretes hechos con ladrillos ecologicos de suelo-cemento.
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal TOKYOKOKI SEIZOSHO.
Certificado de Calibración CMC-040-2016
3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia ASTM E 519
4. RESULTADOS : Fecha de Ensayo : 04/04/2017

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	DIMENSIONES (cm)			CARGA MÁXIMA DE ROTURA (Kg)	OBSERVACIÓN
		LARGO	ANCHO	ESPESOR		
PATRON P1	07/03/2017	74.5	62.7	12.5	6000	FRACTURA DIAGONAL BLOQUE
PATRON P2	07/03/2017	64.5	62.7	12.5	5150	FRACTURA DIAGONAL BLOQUE
PATRON P3	07/03/2017	64.4	63.0	12.5	4900	FRACTURA DIAGONAL BLOQUE

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
Técnico : Sr. A.A



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS.

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381-3343
(511) 481-1070 Anexo: 306

www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



IX.FOTOS



En la foto 01. nos muestra la preparación de mezcla en seco para la muestra patrón



En la foto 02. nos muestra la preparación de mezcla en seco de la muestra experimental



En la foto 03. Se observa el mezclado de la mezcla con el equipo mecánico



En la foto 04. Se observa la adición de agua a la mezcla, el agua se agrega de forma esparcida



En la foto 05. Se observa la mezcla ya listo para trasladar al equipo de prensado



En las fotos 06, 07 la colocacion de la muestra al equipo y la nivelacion en de nolde de prensado listo para prensaren



En la foto 08, 09. se observa ya las unidades ecológicas prensadas y en proceso de pulverización



En la foto 10 se observa listo para el retiro del equipo prensado y luego trasladar la pilado



foto 11. De observa el proceso de curado



La foto 12. Se observa las unidades ecologicas listo para elaborar testigos y ensayos fisicos



La foto 13. Se observa la elaboracion de testigos de murestes y pilas



Foto 14. Se observa que las esquina en donde se someten los ensayos se a nivelado con canping de yeso cemento



Foto 15. Se observa las los testigos para realizar ensayos físicos estos ya en laboratorio



Foto 16. Se observa las fallas que se a ocasionado despues de ensayo en pilas



Foto 17. Se observa la colocación y ensayo diagonal de muretes