

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A
PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE
LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO
SANTA BÁRBARA – BAÑOS DEL INCA -
CAJAMARCA”

Tesis para optar al título profesional de:
Ingeniero Civil

Autores:

Glenda Fabiana Bringas Apaza
Maria Clementina Rimarachin Olivera

Asesor:

M. Cs. Ing. Erlyn Giordany Salazar Huamán
<https://orcid.org/0000-0001-7619-7995>

Cajamarca - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO	40012838
	Nombre y Apellidos	N.º DNI

Jurado 2	KATIA NATALY CARRION RABANAL	46269439
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	KELY ELIZABETH NUÑEZ VASQUEZ	42679441
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

ANTIPLAGIO

INFORME DE ORIGINALIDAD

11 %

INDICE DE SIMILITUD

8 %

FUENTES DE INTERNET

3 %

PUBLICACIONES

4 %

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

1%

★ repositorio.usil.edu.pe

Fuente de Internet

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

DEDICATORIA

A Dios por guiar mis pasos, por darme fuerza, sabiduría y humildad en todo momento y no dejarme caer en los momentos más difíciles.

A mis hermanos Marcela, Celida, Olmedo y Joel por su apoyo incondicional que cada día me impulsaron a seguir adelante para cumplir mis metas.

A mis queridos padres Juana Olivera y Teodorico Rimarachín por haberme guiado en mi vida profesional y personal aconsejándome y apoyándome y por haberme inculcado buenos valores y también quienes fueron el soporte de mi formación profesional.

María.

A papá Dios por ser mi guía y fuerza a lo largo de toda mi carrera

A mi tía Janeth a quien amo y agradezco por todo su apoyo incondicional, por cada una de sus palabras de aliento. Sin tu apoyo nada de esto sería posible

A mi Mamá Celia por ser esa personita tan especial que estuvo al cuidado de mí en todo momento.

A mis padres y hermanos, por ser mi fuente de inspiración profesional, por darme su amor y escucharme en cada momento de dificultad

A mi esposo Jeremías, por su comprensión, servicio y atención durante la elaboración de mi tesis

Glenda.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por darnos la sabiduría y fortaleza; a nuestros Padres por siempre guiarnos por el camino del bien, así mismo a todos nuestros docentes de nuestra alma mater quienes con sus enseñanzas nos apoyaron en nuestra formación profesional, a nuestro asesor Mg. Ing. Erlyn Giordany Salazar Huamán por su apoyo durante la realización de nuestra investigación.

Glenda & María.

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR.....	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO.....	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE ECUACIONES	12
RESUMEN	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad problemática	14
1.2. Formulación del problema.....	36
1.3. Objetivos.....	36
1.4. Hipótesis	37
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	38
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	59
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	99
REFERENCIAS	105
ANEXOS	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Normas Técnicas Peruanas.....	22
Tabla N° 2 Clase de unidades de albañilería para finas estructurales	24
Tabla N° 3 Tabla de numeración y abertura de tamices	29
Tabla N° 4 Muestra total de la investigación y muestras por categoría según el ensayo	39
Tabla N° 5 Coordenadas de ubicación del Centro Poblado Santa Bárbara.....	43
Tabla N° 6 Coordenadas de ubicación de calicatas en el Centro Poblado Santa Bárbara	44
Tabla N° 7 Acceso al Centro Poblado Santa Bárbara - Calicatas	44
Tabla N° 8 Contenido de humedad de arena de sílice.....	59
Tabla N° 9 Límite líquido de arena de sílice.....	60
Tabla N° 10 Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado de arena de sílice.....	61
Tabla N° 11 Peso específico de arena de sílice	62
Tabla N° 12 Contenido de humedad de tierra	62
Tabla N° 13 Límites Atterberg de la tierra.....	63
Tabla N° 14 Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado de tierra.....	64
Tabla N° 15 Peso específico de la tierra	66
Tabla N° 16 Dimensiones de ladrillos ecológicos de arena de sílice.....	66
Tabla N° 17 Cantidad de aditivo utilizado en un ladrillo ecológico.....	67
Tabla N° 18 Cantidad de agua usado en un ladrillo ecológico.....	67
Tabla N° 19 Cantidad de ocre utilizado en la elaboración de un ladrillo ecológico	67
Tabla N° 20 Cantidad de arena de sílice y tierra utilizados en un ladrillo ecológico al 40%.....	68
Tabla N° 21 Cantidad de arena de sílice y tierra utilizados en un ladrillo ecológico al 45%.....	68
Tabla N° 22 Cantidad de arena de sílice y tierra utilizados en un ladrillo ecológico al 50%.....	68
Tabla N° 23 Cantidad de agregados utilizados en un ladrillo ecológico al 40%, 45% y 50%	69
Tabla N° 24 Cantidad de agregados utilizados en 28 ladrillo ecológico al 40%, 45% y 50%	69
Tabla N° 25 Contenido de humedad de material con 40 % arena de sílice.....	70

Tabla N° 26	<i>Límite líquido de material con 40% arena de sílice</i>	<i>71</i>
Tabla N° 27	<i>Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado del material con 40% de arena de sílice.....</i>	<i>72</i>
Tabla N° 28	<i>Peso específico del material con 40 % de arena de sílice</i>	<i>73</i>
Tabla N° 29	<i>Contenido de humedad del material con 45 % arena de sílice.....</i>	<i>73</i>
Tabla N° 30	<i>Límite líquido del material con 45% arena de sílice.....</i>	<i>74</i>
Tabla N° 31	<i>Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado del material con 45% de arena de sílice.....</i>	<i>75</i>
Tabla N° 32	<i>Peso específico del material con 45% de arena de sílice</i>	<i>76</i>
Tabla N° 33	<i>Contenido de humedad del material con 50 % arena de sílice.....</i>	<i>76</i>
Tabla N° 34	<i>Límite líquido del material con 50% arena de sílice.....</i>	<i>77</i>
Tabla N° 35	<i>Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado del material con 50% de arena de sílice.....</i>	<i>78</i>
Tabla N° 36	<i>Peso específico del material con 50% de arena de sílice</i>	<i>79</i>
Tabla N° 37	<i>Variación dimensional de ladrillos ecológicos con 40% de arena de sílice.....</i>	<i>79</i>
Tabla N° 38	<i>Porcentaje de variación dimensional de ladrillos ecológicos con 40% de arena de sílice</i>	<i>80</i>
Tabla N° 39	<i>Variación dimensional de ladrillos ecológicos con 45% de arena de sílice.....</i>	<i>81</i>
Tabla N° 40	<i>Porcentaje de variación dimensional de ladrillos ecológicos con 45% de arena de sílice</i>	<i>81</i>
Tabla N° 41	<i>Variación dimensional de ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice.....</i>	<i>83</i>
Tabla N° 42	<i>Porcentaje de variación dimensional de ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice</i>	<i>83</i>
Tabla N° 43	<i>Ensayo de alabeo de ladrillos ecológicos con 40% de arena de sílice</i>	<i>84</i>
Tabla N° 44	<i>Ensayo de alabeo de ladrillos ecológicos con 45% de arena de sílice</i>	<i>86</i>
Tabla N° 45	<i>Ensayo de alabeo de ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice</i>	<i>88</i>
Tabla N° 46	<i>Ensayo de absorción de ladrillos ecológicos con 40% de arena de sílice.....</i>	<i>90</i>
Tabla N° 47	<i>Ensayo de absorción de ladrillos ecológicos con 45% de arena de sílice.....</i>	<i>91</i>
Tabla N° 48	<i>Ensayo de absorción de ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice.....</i>	<i>92</i>
Tabla N° 49	<i>Ensayo de succión de ladrillos ecológicos con 40% de arena de sílice</i>	<i>93</i>
Tabla N° 50	<i>Ensayo de succión de ladrillos ecológicos con 45% de arena de sílice</i>	<i>94</i>
Tabla N° 51	<i>Ensayo de succión de ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice</i>	<i>95</i>
Tabla N° 52	<i>Resistencia a compresión de ladrillos ecológicos con 40% de arena de sílice.....</i>	<i>97</i>

Tabla N° 53 Resistencia a compresión de ladrillos ecológicos con 45% de arena de sílice97

Tabla N° 54 Resistencia a compresión de ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 6 Mapa de Ubicación del Centro Poblado Santa Bárbara.....	45
Figura N° 7 Mapa de Accesibilidad al Centro Poblado Santa Bárbara.....	46
Figura N° 1 Toma de medidas con vernier para determinar la variación dimensional del ladrillo.....	48
Figura N° 2 Determinación del alabeo de los ladrillos de arena de sílice	49
Figura N° 3 Peso de ladrillo sumergido en agua para determinar el porcentaje de absorción	51
Figura N° 4 Peso de ladrillo luego de ser sumergido para determinar la succión.....	54
Figura N° 5 Determinación de la resistencia la compresión de los ladrillos de arena de sílice.....	57
Figura N° 8 Curva de Atterberg de la arena de sílice	60
Figura N° 9 Curva granulométrica de la arena de sílice.....	61
Figura N° 10 Curva de Atterberg de la tierra.....	63
Figura N° 11 Curva granulométrica de la tierra y grafico de clasificación del suelo	64
Figura N° 12 Curva de Atterberg de material con 40% de arena de sílice	71
Figura N° 13 Curva granulométrica del material con 40% de arena de sílice.....	72
Figura N° 14 Curva de Atterberg del material con 45% de arena de sílice	74
Figura N° 15 Curva granulométrica del material con 45% de arena de sílice.....	75
Figura N° 16 Curva de Atterberg del material con 50% arena de sílice	77
Figura N° 17 Curva granulométrica del material con 50% de arena de sílice.....	78
Figura N° 18 Gráfico de comparación de resultado de ensayo de variación dimensional del ladrillo ecológico con 40% de arena de sílice y variación dimensional determinado en la norma E.070	80
Figura N° 19 Gráfico de comparación de resultado de ensayo de variación dimensional del ladrillo ecológico con 45% de arena de sílice y variación dimensional determinado en la norma E.070	82
Figura N° 20 Gráfico de comparación de resultado de ensayo de variación dimensional del ladrillo ecológico con 50% de arena de sílice y variación dimensional determinado en la norma E.070	84
Figura N° 21 Comparación de resultado de ensayo de alabeo del ladrillo ecológico con 40% de arena de sílice y alabeo determinado en la norma E.070.....	86

Figura N° 22 Comparación de resultado de ensayo de alabeo del ladrillo ecológico con 45% de arena de sílice y alabeo determinado en la norma E.070	88
Figura N° 23 Comparación de resultado de ensayo de alabeo del ladrillo ecológico con 45% de arena de sílice y alabeo determinado en la norma E.070	90
Figura N° 24 Comparación de resultado de ensayo de absorción del ladrillo ecológico con 40% de arena de sílice y alabeo determinado en la norma E.070	91
Figura N° 25 Comparación de resultado de ensayo de absorción del ladrillo ecológico con 45% de arena de sílice y absorción determinado en la norma E.070	92
Figura N° 26 Comparación de resultado de ensayo de absorción del ladrillo ecológico con 50% de arena de sílice y absorción determinado en la norma E.070	93
Figura N° 27 Comparación de resultado de ensayo de succión del ladrillo ecológico con 40 % de arena de sílice y succión determinado en la norma E.070	94
Figura N° 28 Comparación de resultado de ensayo de succión del ladrillo ecológico con 45% de arena de sílice y succión determinado en la norma E.070	95
Figura N° 29 Comparación de resultado de ensayo de succión del ladrillo ecológico con 50% de arena de sílice y succión determinado en la norma E.070	96
Figura N° 30 Comparación de resultado de ensayo de resistencia a la compresión de ladrillos ecológico de arena de sílice y datos de resistencia a la compresión determinados en la norma E.070	98

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1</i> Coeficiente de curvatura	31
<i>Ecuación 2</i> Coeficiente de uniformidad	32
<i>Ecuación 3</i> Contenido de humedad	33
<i>Ecuación 4</i> Variación dimensional	48
<i>Ecuación 5</i> Ensayo de absorción.....	52
<i>Ecuación 6</i> Ensayo de succión.....	54
<i>Ecuación 7</i> Resistencia a la compresión	57

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo elaborar ladrillos ecológicos a partir de arena de sílice procedentes de los alrededores del Centro Poblado Santa Bárbara y determinar la resistencia a la compresión. Se desarrolló una investigación aplicada con un enfoque cuantitativo de diseño experimental, teniendo como muestra 75 unidades de ladrillos ecológicos de arena de sílice, donde se obtuvieron para ladrillos con 40% de arena de sílice variaciones dimensionales de -2.31% de largo, -8.32% de ancho, para ladrillos con 45% 3.41% de alto, -2.31%, -7.84%, y para ladrillos con 50%, 3.76% y -2.31%, -8.72%, 4.47%. Un alabeo de 3.91mm, 5.80mm y 6.34, una absorción de 17.02%, 22.97% y 20.22%, una succión de 27.95 gr/200 cm²-min, 37.13 gr/200 cm²-min, 20.82 gr/200 cm²-min respectivamente, y resistencia promedio de los ladrillos ecológicos con 40% de arena de sílice de 37.57 kg/cm², 42.42 kg/cm² para ladrillos con 45% de arena de sílice y 50.83 kg/cm² para ladrillos con 50% de composición de arena de sílice. Llegando a la conclusión que se elaboraron un total 84 ladrillos ecológicos de arena de sílice logrando ensayar 75 unidades a una edad de 28 días, y obteniendo una resistencia a la compresión característica de 46.83 kg/cm² como valor más alto correspondiente a las unidades con 50% de contenido de arena de sílice, el uso de unidades de albañilería con 40%,45% y 50% de arena de sílice no cumplen con todos los parámetros establecidos en la norma E 0.70 y que la resistencia a la compresión característica de las unidades con 40% disminuye en un 32.10% respecto al ladrillo tipo I, las unidades con 45% disminuye en 23.14 % respecto al ladrillo tipo I y las unidades con 50% disminuye en 6.34% respecto a la resistencia del ladrillo tipo I, por lo tanto, según los valores de resistencia a la compresión plasmados se rechaza la hipótesis planteada.

PALABRAS CLAVES: arena de sílice, ladrillo ecológico, resistencia a la compresión.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A nivel mundial uno de los principales problemas que enfrentamos es la contaminación ambiental generada por las actividades de la industria y la construcción. La construcción es uno de principales causantes del deterioro del medio ambiente debido a que se utiliza grandes cantidades de recursos. Según el reporte World Resource Institute indica que la construcción global consume más del 40 % de la energía de manera directa y el 50 % de los materiales producidos, y genera más de 50% de los residuos. En ese sentido nuestro país debe entender y promover la construcción sostenible como una estrategia preventiva y paliativa que se debe convertir en aliada del desarrollo nacional y el bienestar integral de los peruanos y peruanas. (Miranda et al., 2018)

Los materiales con gran demanda en el sector de la construcción son los ladrillos y estos utilizan procesos de elaboración que contaminan la atmósfera, los combustibles que se utilizan para la cocción de estos productos son leña, llantas, madera, plásticos, textiles, entre otros, al ser quemados emiten una gran cantidad de gases a la atmósfera (Gutiérrez, 2014). Los gases que se generan en la fabricación son causantes de problemas de salud y contaminación ambiental (Martínez y Cote, 2014).

En México, Moreno y Soler (2013) realizaron una estimación de riesgos ambientales causados por la industria ladrillera indicando que el proceso de producción emplea combustibles altamente contaminantes que generan dioxinas y furanos, distintas especies de hidrocarburos, volúmenes masivos de partículas, monóxido de carbono, óxidos de azufre y de nitrógeno contaminando la atmósfera, cuerpos de agua y suelo.

En Chile (Curadelli et al., 2019) realizaron el estudio ambiental de producción de ladrillos artesanales en Mendoza, los resultados fueron que el proceso que utiliza es leña como combustible

de cocción para los ladrillos representa impactos potenciales relevantes para las categorías: Ecotoxicidad de agua dulce, toxicidad humana y formación de material particulado

En Perú, El Programa Regional Aire Limpio (2008) realizó la investigación “Experiencias en el sector ladrillero artesanal en las ciudades de Arequipa y Cusco”, los resultados indican que las ladrilleras de tamaños micro y pequeño aplican en su mayoría técnicas artesanales con hornos de baja eficiencia y usan combustibles de alto poder calorífico y bajo precio tales como llantas usadas, plásticos, aceite quemado de vehículos, estos combustibles son al mismo tiempo altamente contaminantes lo que convierte a la actividad ladrillera en fuente de contaminación que afecta la calidad del aire de las ciudades y poblaciones cercanas, la salud de sus habitantes de los propios trabajadores y de sus familias. La actividad ladrillera artesanal se desenvuelve en un escenario especial caracterizado por la alta generación de contaminantes, informalidad, economía precaria, inseguridad en el trabajo y reducida capacidad de gestión.

La producción de ladrillo en la ciudad de Cajamarca, específicamente en la zona de Santa Bárbara, no ha escapado a esta problemática, debido a que actualmente en la ciudad de Cajamarca el volumen de producción anual de ladrillo artesanal es del orden de las 2 500 000 unidades (Cubas ,2014). Las ladrilleras de la ciudad de Cajamarca son informales y por lo tanto desarrollan sus actividades sin contemplar ninguna regulación en la elaboración de sus productos.

La operación de las ladrilleras consta básicamente de la molienda de arcillas mezclado con agua, moldeado, secado y horneado, se destaca que las herramientas utilizadas en el proceso son rudimentarias, la fabricación de ladrillos en el Centro Poblado de Santa Bárbara implica un deterioro flagrante del medio ambiente de la zona, los principales factores ambientales afectados negativamente en un nivel significativo por la elaboración de ladrillos son el suelo y el aire. (Cubas ,2014)

De acuerdo con Du Plessis, (2002) se requiere realizar una construcción sostenible donde la importancia de fabricar elementos constructivos no genere un gran impacto negativo en el medio ambiente por eso se plantea el desarrollo de esta investigación elaborar ladrillos ecológicos en los que no se utilice en el proceso de secado al horno, sino que estos puedan adquirir dureza después de secar al ambiente y curándolo constantemente.

El ladrillo ecológico produce un impacto ambiental mayormente positivo debido que está hecho de una mezcla conformada por suelo, agua y cemento más un material como aditivo remplazante en cualquiera de sus componentes, para luego ser prensado a temperatura ambiente el cual adquiere diferentes características que depende del material a remplazar parcialmente. En cambio, el ladrillo tradicional produce un impacto ambiental negativo debido a su proceso de cocción que emite a la atmósfera aproximadamente es de 0.41 kg de CO₂ por ladrillo producido. (González et al., 2019).

El material utilizado en la elaboración de ladrillos ecológicos fue la arena de sílice que es un material que forma parte de la geología de Santa Bárbara y que según la información de investigaciones anteriores tienen propiedades que hacen que se pueda fabricar ladrillos ecológicos.

En Latinoamérica, en Colombia Villaquirán et al. (2020) en su trabajo de investigación titulado “Evaluación del desempeño térmico de ladrillos ecoamigables con incorporación de residuos de mullita” realizaron la producción de piezas cerámicas a base de arcilla mezcladas con residuos de un horno eléctrico en desuso y reforzadas con fibras cerámicas para producir un material cerámico con características refractarias llegaron a la conclusión que sí es factible la reutilización de residuos cerámicos provenientes de hornos para su empleo como partículas en la producción de ladrillos de arcilla con propiedades térmicas satisfactorias y que podrían clasificarlos como ladrillos refractarios.

En Bolivia, Gareca et al. (2020) en su trabajo titulado “Nuevo material sustentable: ladrillos ecológicos a base de residuos Inorgánicos” determinaron las características físicas y mecánicas de ladrillos ecológicos mediante técnicas que permitan identificar el proceso adecuado para producir un ladrillo de óptima calidad a través de una selección de residuos inorgánicos logrando determinar que las características de los ladrillos ecológicos responden a las propiedades físicas y mecánicas que se establecen en la norma colombiana, peruana y chilena, también se confirmó el impacto positivo al medio ambiente mediante el reciclaje de plástico lo cual disminuye el porcentaje de absorción de agua en un 22.6 % en relación con el ladrillo común, pero no así el peso el cual se incrementa.

En Colombia, Di Marco y León (2017) en su investigación titulada “Ladrillos con adición de PET” el objetivo de la investigación fue la de evaluar las propiedades de resistencia y absorción del ladrillo macizo tipo tolete adicionándole fibras plásticas reciclables e industriales (polietileno tereftalato–PET) las cuales vienen a reemplazar al material granular, para evaluar estas muestras se compararon porcentajes del 20% de adición de PET hasta un 40% con respecto a una muestra patrón (0% de PET). Los resultados obtenidos tras la ejecución del proyecto se puede dar certeza que la adición de fibras como PET reciclado mejora la manejabilidad del mortero fresco para la fabricación de ladrillos mejora su absorción pero teniendo como comparación la muestra patrón no se obtuvo resultados favorables, para los análisis de resistencia ya que todos los porcentajes con adición de PET (en forma de cascarilla) demostraron un desempeño negativo con respecto al patrón.

En Ecuador, Caiza (2017) en su investigación titulada “Estudio comparativo de la resistencia a compresión entre el hormigón ($f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$), hormigón con adición de microsílíce y hormigón con adición de ceniza de cáscara de trigo utilizando agregados pertenecientes a la planta de trituración “Jaime vaca” del cantón tena de la provincia del napo”,

este trabajo comienza con el análisis de las propiedades físico-mecánicas del agregado fino y grueso obtenido de la planta de trituración Jaime Vaca, en donde se obtuvo resultados aceptables para la mezcla del hormigón. Luego se buscaron dos puzolanas artificiales para sustituir parcialmente al cemento y elaborar hormigón para lo cual se utilizó la ceniza de cáscara de trigo con un contenido de sílice entre el 70% y 80% que es un residuo de la industria agrícola y el microsílíce con un contenido de sílice superior al 95% que es un residuo industrial procesado. Durante la investigación se realizaron sustituciones parciales del cemento con diferentes dosificaciones, es decir, se sustituyó el 20%, 24%, 28% con ceniza de cáscara de trigo y el 7%, 11%, 15% con microsílíce, realizando probetas de hormigón con las diferentes dosificaciones y se las ensayaron a los 7, 14 y 28 días de curado. La sustitución parcial del cemento con el 20% de la ceniza de cáscara de trigo presentó mejores resultados que con el 24% y 28%, dando una resistencia de 212,11 kg/cm² ensayada a los 28 días de curado. La sustitución parcial del cemento con el 7%, 11% y 15% de microsílíce presentó buenos resultados sobrepasando en un 80% la resistencia establecida de 240 kg/cm².

En Colombia, Sánchez et al. (2019) en su investigación titulada “Análisis de mezclas de residuos sólidos orgánicos empleadas en la fabricación de ladrillos ecológicos no estructurales” con el objetivo de generar estrategias para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en espacios reducidos que mitiguen su contaminación al ambiente, en esta investigación se evaluó la viabilidad del aprovechamiento de residuos orgánicos en la elaboración de ladrillos ecológicos no estructurales, mediante el análisis del comportamiento de parámetros fisicoquímicos con diferentes mezclas de residuos sólidos orgánicos. En la primera etapa de la investigación se trataron seis mezclas en procesos compostaje aerobio y anaerobio, de las cuales se seleccionaron las dos que tardaron más tiempo en el proceso de biodegradación con el PH establecido por la normatividad. En la siguiente fase, las dos mezclas seleccionadas se encapsularon dentro de los ladrillos de tierra

y se analizaron durante 45 días, posteriormente se seleccionó la mezcla de menor pérdida de masa para ser nuevamente encapsulada en el ladrillo durante un periodo de 3 meses. La biomasa resultante se sometió a análisis fisicoquímicos y se encontró que es viable el uso de residuos sólidos orgánicos encapsulados en los ladrillos de tierra no estructurales.

En México, Cabo (2011) en su trabajo titulado “Ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción”, se propone la realización de un nuevo material constructivo, denominado ecoladrillo inspirado en el tradicional adobe y que sustituya al ladrillo convencional cocido. Para ello se emplea un suelo marginal no empleado hasta el momento para la fabricación de ladrillos. Como aditivos comerciales se emplean el cemento para la realización de las combinaciones de referencia y la menos usual pero igual de eficiente cal hidráulica. Como aditivo resistente se utilizan las cenizas de cáscaras de arroz y como aditivo estructurante las cascarillas también de arroz. Los resultados obtenidos son totalmente satisfactorios. La cal hidráulica natural es un aditivo sostenible y con capacidad de desarrollar resistencia. Además, combinando la cal con el resto de los aditivos las diferencias con la combinación de referencia, realizada con cemento, son mínimas. Las cenizas de cáscara de arroz suponen un gran aditivo que potencia a más del doble la resistencia de la muestra con cenizas que sin ellas, demostrando así que favorecen notablemente el desarrollo de las reacciones puzolánicas. Las cascarillas de arroz disminuyen en más de un 10% la densidad de la combinación con únicamente aditivo comercial.

En la ciudad de Huancayo, Cahuaya (2022) en su tesis titulada “Ladrillos crudos de arcilla - sílice y la mejora de propiedades mecánicas de la albañilería en el distrito de Huancayo”. El objetivo del presente trabajo de investigación fue mejorar las propiedades mecánicas de la albañilería de los ladrillos crudos de arcilla y arena de sílice en el Distrito de Huancayo, se llegó a la conclusión de que al adicionar arena de sílice en un 50%, hubo una mejora considerable en cuanto a sus propiedades físico - mecánicas: como resultados el ladrillo crudo de arcilla – sílice

obtuvo un f^b de: 50.18 kg/cm² y f^m de 35.28 kg/cm², de acuerdo con la norma técnica E070 albañilería.

En Junín, Carrasco y Tinoco (2018) en su tesis titulada “Elaboración de ladrillos ecológicos a partir de arena de sílice y arcillas mixtas procedentes de la Compañía Minera Sierra Central S.A.C. Chacapalpa/Oroya – Yauli – Junín” .la presente investigación modela la elaboración de ladrillos ecológicos a partir de arena de sílice y arcillas mixtas procedentes de la Compañía Minera Sierra Central S.A.C. Donde se concluye y se aporta que la elaboración de los ladrillos ecológicos a base de arena de sílice y arcillas mixtas, si es factible, por presentar mejores características que el ladrillo convencional.

En Trujillo, Mendoza (2017) en su tesis “Evaluación de ladrillo ecológico machihembrado en resistencia, costo y rendimiento para su aplicación en viviendas económicas Huacrachuco 2017” se evidencia que se ha cumplido con el objetivo planteado en la investigación logrando confirmar que el Ladrillo Ecológico Machihembrado, presenta buenas características físicas y mecánicas para ser utilizado como unidad de albañilería, siendo una mejor alternativa, respecto a Resistencia, Costo y Rendimiento, para viviendas económicas, en el Distrito de Huacrachuco, Provincia de Marañón -Huánuco 2017, en comparación con los materiales de construcción disponibles en la zona, como son los adobes, tapia, quinchas, que no guardan un respaldo técnico y seguridad para sus habitantes.

En Cajamarca, Limay y Vásquez (2019) en su tesis titulada “Resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de ichu (Stipa ichu)” se tuvo como objetivo determinar la resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de Ichu (Stipa ichu), Llegando a la siguiente conclusión que al adicionar Ichu en la elaboración de los ladrillos de arcilla incrementa la resistencia de las unidades estudiadas con 5% de Ichu en volumen se incrementó en un 53.74%,

con 10% de Ichu se incrementó en 55.92%, con 15% de Ichu se obtuvo el mejor resultado de un 140.05% y con 20% de Ichu se incrementó en 66.54%, dando por válida la hipótesis planteada.

Según lo sustentado líneas arriba la presente investigación tiene como objetivo elaborar ladrillos ecológicos a partir de arena de sílice procedente de los alrededores del centro poblado Santa Bárbara, así mismo realizar los ensayos de variación dimensional, alabeo, absorción, succión y resistencia a la compresión adicionando arena de sílice al 40%, 45% 50% en volumen.

Bases Teóricas

Para el desarrollo de la presente investigación ha sido necesario tener en cuenta las bases teóricas que se describen a continuación.

Normas Técnicas Peruanas.

Las normas técnicas establecen los requisitos que deben cumplir los ladrillos destinados para uso de albañilería y los procedimientos para el muestro y ensayos de las propiedades físicas y mecánicas, respectivamente. Dentro de estas normas técnicas peruanas se han utilizado:

Norma Técnica E. 070 Albañilería. Establece los requisitos y las exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la inspección de las edificaciones de albañilería.

Además de la norma E 070 se ha considerados las diferentes normas técnicas peruanas asociadas a los ensayos realizados en la presente investigación como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla N° 1
Normas Técnicas Peruanas.

ENSAYO	NORMA
Variación dimensional	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.604
Alabeo	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.604
Absorción	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.604
Succión	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.604
Resistencia a compresión	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.604

Fuente: Tomado de Limay, E. & Vásquez, H. (2019)

Unidad de Albañilería

La unidad de albañilería es el componente básico para la construcción de la albañilería. Se elabora de materias primas diversas tales como arcilla, concreto de cemento portland y la mezcla de sílice y cal (Gallegos y Casabonne, 2005).

Se forma mediante el moldeo y compactación; produciéndose a través de fábricas industriales, bajo un control de calidad o en precarias canchas artesanales, sin ningún control de calidad; por lo que no debe extrañar las formas, tipos, dimensiones y pesos sean variables y pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares (Limay y Vásquez, 2019)

La Norma Técnica Peruana 331.017 (2015) denomina al ladrillo como la unidad de albañilería fabricada con arcilla, esquisto arcilloso, o sustancias terrosas similares de ocurrencia natural, conformada mediante moldeo, prensado o extrusión y sometida a un tratamiento con calor a temperaturas elevadas, por otro lado, Carrasco y Tinoco (2018). Nos mencionan que los ladrillos ecológicos son elementos de construcción fabricados con materiales reciclables o material que no

degradan el medio ambiente. Su proceso de cocción no requiere de una gran cantidad de energía, por lo que reduce la emisión de contaminantes a la atmósfera. Es un tipo de ladrillos que posee menor peso, menor costo, conserva el calor y tolera diferentes agentes naturales y altas presiones. Por lo anterior, tienen una alta durabilidad y sirven como aislante térmico

Clasificación de las Unidades de Albañilería para Fines Estructurales. De acuerdo con la Norma NTP 331.017, los ladrillos se clasifican en 5 tipos, así mismo también San Bartolomé (1994) ofrece una descripción práctica sobre las aplicaciones de cada una de las categorías mencionadas, que se transcribe a continuación:

Tipo I. Estos ladrillos tienen una resistencia y durabilidad muy baja; son aptos para ser empleados bajo condiciones de exigencias mínimas (viviendas de 1 o 2 pisos), evitando el contacto directo con la lluvia o el suelo.

Tipo II. En esta categoría clasifican los ladrillos de baja resistencia y durabilidad; son aptos para usarse bajo condiciones de servicio moderadas (no deben estar en contacto directo con la lluvia, suelo o agua).

Tipo III. Son ladrillos de mediana resistencia y durabilidad, aptos para emplearse en construcciones sujetas a condiciones de bajo intemperismo.

Tipo IV. Estos ladrillos son de alta resistencia y durabilidad; aptos para ser utilizados bajo condiciones de servicio rigurosas. Pueden estar sujetos a condiciones de intemperismo moderado, en contacto con lluvias intensas, suelo y agua.

Tipo V. Tienen una resistencia y durabilidad muy elevada; son aptos para emplearse en condiciones de servicio muy rigurosas, pueden estar sujetos a condiciones de intemperismo similares al Tipo IV.

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la siguiente tabla según la norma E. 070.

Tabla N° 2

Clase de unidades de albañilería para fines estructurales

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)

Fuente: Reelaborado Norma E. 070.

Ladrillos Ecológicos

Comúnmente denominado Bloque de Material Arcilloso Comprimido en diversas partes del mundo, en nuestro país y de acuerdo con la Norma Técnica E.070-Albañilería, viene a ser correcto denominarlo Ladrillo de Tierra Comprimida (LTC). Material propiamente dicho ecológico ya que preserva el medio ambiente de diferentes maneras, principalmente al no recurrir al proceso de cocción del ladrillo, reduciendo así la emisión de CO₂, NO, CH₄, entre otros en menor proporción.

Este tipo de ladrillos poseen menor peso, menor costo, y tolera diferentes agentes naturales y altas presiones, así como conserva el calor por sus propiedades plásticas. (Parnisaria, 2014).

Según Carrasco y Tinoco (2018). Los ladrillos ecológicos son unidades de albañilería hechas a base de material arcilloso estabilizado, comprimidas mecánicamente a una determinada humedad, dentro de un molde en máquinas de presión, manuales o hidráulicas para luego ser curados bajo sombra. No requieren de quemado en horno cocción, pues la resistencia mecánica la adquieren por compresión estática y por el fraguado del estabilizante, motivo por el cual, también se le conoce como “ladrillo ecológico”

Agregados

Agregado según la ASTM se define como aquel material granular que puede ser arena, grava, piedra triturada o escoria, que será mezclado con un material cementante para la elaboración de concreto o mortero hidráulico. Existen diferentes clasificaciones de los agregados, que van desde el color, su composición química como por ejemplo la piedra caliza, granito, basalto etc.; su tamaño: agregados gruesos y agregados finos; peso y su origen. (Ferrex, 2018).

Arena de Sílice

De acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio se define como una arena compuesta en su mayoría por óxido de silicio (SiO_2) y menos cantidades oxido de calcio (CaO), óxido de hierro (Fe_2O_3), óxido de aluminio (Al_2O_3), óxido de magnesio (MgO) y otros óxidos en muy pequeñas cantidades.

Usos y aplicaciones de la arena de sílice. Actualmente en la industria la arena de sílice por ser un elemento de fácil obtención y concentración que no requiere un proceso metalúrgico complejo puede ser utilizando en los diferentes campos como por ejemplo en cerámicas, productos químicos, ladrillos refractarios, vidrios, y en el sector construcción Carrasco y Tinoco (2018).

Conformación del conglomerado.

Son materiales que tienen la capacidad de unirse o adherirse a otros, dando cohesión al grupo a través de transformaciones químicas en su núcleo que originan un nuevo grupo de

compuestos. Los aglomerantes tienen la misma función, pero sus transformaciones son exclusivamente físicos mas no químicos como sucede en los conglomerantes

Conglomerantes aéreos. - Son los que fraguan con agua y se endurecen al medio ambiente, pero no resisten bajo el agua.

Conglomerantes hidráulicos. - Son los que fraguan con agua y se endurecen al medio ambiente y bajo el agua, son estables en ambos medios.

Cemento

De acuerdo con el estudio de Cardona, G. (s/f) y según El A. S. T. M. El cemento portland artificial es el producto obtenido por molienda fina de Clinker producido por una calcinación hasta la temperatura de fusión incipiente, de una mezcla íntima, rigurosa y homogénea de materiales arcillosos y calcáreos, los principales constituyentes de un cemento Portland son la cal, sílice y alúmina; contiene además pequeñas cantidades de óxido de hierro, magnesia, trióxido de sulfuro, álcalis y bióxido de carbono.

Es un conglomerante hidráulico capaz de unirse a otros y dar cohesión al conjunto, que amasado con agua fragua al aire o bajo el agua. Producto obtenido por el tratamiento térmico de sinterización de sus materias primas como son: arcilla, caliza, dolomita, arena y elementos en forma de óxidos. El resultando del tratamiento es el Clinker, es un material hidráulico que posee en mayor proporción de composición a los silicatos de calcio ($3CaO.SiO_2$), que es la causa del fraguado del cemento (Sanjuán y Chinchón, 2015).

Los cementos pertenecen a la clase de materiales denominados aglomerantes en construcción, como la cal aérea y el yeso (no hidráulico), el cemento endurece rápidamente y alcanza resistencias altas; esto gracias a reacciones complicadas de la combinación cal – sílice.

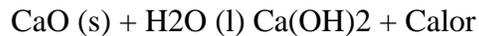
Cal

La cal o también conocido como cal viva, es un óxido que se obtiene a través de la calcinación de la caliza o dolomita a temperaturas alrededor de los 1000°C, que fundamentalmente está compuesta por óxido de calcio (CaO). La reacción química que gobierna al proceso es:



Entre los tipos de cal que existen, se denotan los siguientes:

- ✓ **Cal viva.** – Sustancia alcalina blanca, es el primer compuesto que se obtiene en la calcinación de la caliza. Es una cal altamente reactiva que muestra vehemencia al agua.
- ✓ **Cal hidratada.** – Se le llama así al hidróxido de calcio (Ca(OH)₂), se obtiene a través del proceso de apagado de la cal que consiste en agregar agua a la cal viva.



- ✓ **Cal aérea.** – Endurecen expuestos al medio ambiente, reaccionando con el dióxido de carbono (CO₂), se obtienen a través de la calcinación de la caliza y dolomita conjuntamente. Se les denomina cal gris o cal magra.
- ✓ **Cal hidráulica.** - Fraguan y endurecen en el agua, en su proceso de calcinación existe entre un 10 y 20 % de arcillas. La Norma IRAM N° 1516, sobre nomenclatura de cales, las define como: “El material calcinado capaz de reaccionar con el agua, cuya mayor parte es óxido de calcio y/o magnesio y contiene cantidades moderadas de compuestos silíceos o aluminosos”. Según la naturaleza y cantidad de los compuestos formados durante la cocción la cal será capaz de endurecer en el aire y/o en el agua lo que permite su clasificación en aéreas o hidráulicas.
- ✓ **Cal limite.** – Poseen propiedades similares a las hidráulicas, solo que en su proceso de obtención existe un 25% de arcillas.

Cemento plástico

De acuerdo con Carrasco y Tinoco (2018) el cemento plástico es un cemento hidráulico que producto de la mezcla del cemento portland con materiales plastificantes como la cal apagada o hidráulica. Se caracteriza por fraguar más rápido comparado con el cemento portland y proporciona más resistencia por la acción estabilizante de la cal ante los materiales como: suelos, arcillas, lodos, adobes, etc.

Relación Sílice – Cemento Plástico

La arcilla, químicamente se representa como silicato de alúmina di hidratado ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$) que mezclado con el cemento plástico en medio acuoso da lugar a una reacción puzolánica, obteniendo dihidrogenosulfato cálcico:



Este producto empieza a generar enlaces o estructuras cristalinas, aumentando su estabilidad, durabilidad y resistencia con el paso del tiempo.

Agua

Según la Real Academia Española (2023) El agua es un líquido transparente, incoloro, inodoro e insípido en estado puro, cuyas moléculas están formadas por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, y que constituye el componente más abundante de la superficie terrestre y el mayoritario de todos los organismos vivos. (Fórmula. H_2O).

Líquido que se obtiene por infusión, disolución o emulsión de flores, plantas o frutos, empleado como refresco o en medicina y perfumería

El agua es una de las herramientas principales para la construcción civil, ejemplo es la utilización de la sustancia en el concreto, una construcción sustentable debe velar por aplicar la

cantidad idónea del agua en los procesos de mezcla para obtener su efectividad máxima, (Ajila et al, 2014)

Ocre

Es un material inorgánico en polvo compuesto por Óxido de hierro y excipientes, que sirve para pigmentar cualquier tipo de cemento, mortero, pavimentos, tejas, adoquines, estucos, etc. Imprimaciones, pinturas y recubrimientos en general. (Revista Martell, 2018)

Ensayos

Análisis Granulométrico.

Granulometría por Tamizado (ASTM D 6913). La granulometría por tamizado tiene como objetivo cuantificar la distribución de tamaños de partículas de suelo; es decir, este método determina los porcentajes de suelo pasantes por los tamices del ensayo teniendo como último filtro el tamiz N°200 (Álvarez y Sosa, 2020).

El objetivo principal de este ensayo es obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo, además es también posible su clasificación AASHTO o USCS. Para poder obtener la distribución de tamaños, se hace uso de tamices normalizados y numerados, que se colocan en orden decreciente según la siguiente tabla

Tabla N° 3

Tabla de numeración y abertura de tamices

Tamiz (ASTM)	Tamiz (Nch) (mm.)	Abertura real (mm.)	Tipo de suelo
3”	80	76,12	
2”	50	50,80	
1 ½”	40	38,10	Piedra
¾”	20	19,05	
3/8”	10	9,52	
N° 4	5	4,76	Arena Gruesa

N° 10	2	2	
N° 20	0,90	0.84	Arena Media
N° 40	0,50	0.42	
N° 60	0,30	0.25	
N° 140	0.10	0.105	Arena Fina
N° 200	0.08	0.074	

Fuente: reelaborado de Espinacer R., 1984.

Curva Granulométrica. Los resultados que se obtiene del análisis mecánico son representados sobre una hoja semilogarítmica, por una curva llamada "granulométrica". Los porcentajes que se indican son acumulados.

La representación gráfica de la curva granulométrica se presenta en escala semilogarítmica, teniendo en cuenta que el porcentaje que pasa se ubica en la recta de las ordenadas y el tamaño de partículas se ubica en la recta de las abscisas. La forma de la curva representa la distribución granulométrica del suelo.

Módulo de Finura. El módulo de finura es un factor que nos permite tener una idea de que tan fino o grueso es un material.

Tamaño Máximo. Está es el menor tamaño de abertura del tamiz que va a permitir el paso de todo el material que se va analizar y que va a representar su tamaño máximo.

Tamaño Máximo Nominal. El tamaño máximo nominal de las partículas es el mayor tamaño del tamiz, listado en la norma. El tamaño máximo y el tamaño máximo nominal se determinan generalmente al agregado grueso únicamente.

Coefficiente de Curvatura. El coeficiente de curvatura es un indicador del equilibrio relativo que existe entre los diferentes rangos de tamaño de partículas del suelo.

Dentro de coeficientes la letra “D” hace referencia al tamaño del diámetro aparente de la partícula del suelo y el subíndice (60, 10, etc.) denota el porcentaje más fino

Ecuación 1

Coefficiente de curvatura

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

En el caso de suelos bien gradados el valor de C_c estará alrededor de 1 a 3 y en aquellos suelos mal gradados no lo estarán a su vez que su curva de distribución será sinuosa o uniforme.

D10. diámetro máximo de partículas en la fracción que contiene el 10% más fino del suelo

D30. diámetro máximo de partículas en la fracción que contiene el 30% más fino del suelo

D60. diámetro máximo de partículas en la fracción que contiene el 60% más fino del suelo

Coefficiente de Uniformidad. Relación entre el tamaño de partícula para el cual el 60% del material, en peso, tiene un tamaño menor, y el diámetro efectivo del mismo material.

Parámetro de la distribución granulométrica de un suelo conocido también como factor de extensión; es un indicador del intervalo en el que se encuentran los tamaños de las partículas de un suelo.

Cuantitativamente se expresa como:

Ecuación 2

Coficiente de uniformidad

$$C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

donde:

D60: diámetro máximo de partícula correspondiente al 60% más fino en la curva granulométrica

D10: diámetro máximo de partícula correspondiente al 10% más fino de la curva granulométrica

Granulometría por Lavado. Según la norma ASTM D421 el tamizado húmedo se realiza con adición de agua al material en tratamiento con la finalidad de que el líquido arrastre a través del tamiz a las partículas más finas, este ensayo se realiza con la malla N°200.

Límites de Atterberg

Límite líquido. Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. De manera que, se denomina límite líquido al contenido de humedad que separa dos mitades de una pasta de suelo que se reduce a lo largo de su fondo en una longitud de 13 mm (1/2”) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo. Esta técnica se realiza en el conocido equipo llamado “cuchara de Casagrande” (ASTM D 4318)

Límite plástico. Según la norma ASTM D 4318 el límite plástico es el contenido de agua con el cual el suelo se cuarteo y quiebra al formar pequeños rollitos de 3.2 mm de diámetro

Contenido de Humedad

Según la actualización de la norma técnica peruana 339.127 del 2019 define a la humedad o contenido de humedad de un suelo como la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas

El contenido de humedad del suelo es un indicador complementario y necesario, este contenido ha sido expresado tradicionalmente como la proporción de la masa de humedad con respecto a la masa de la muestra de suelo después de que ha sido secada a un peso constante, o como el volumen de humedad presente respecto al volumen total de la muestra de suelo

Se expresa como un valor porcentual.

Ecuación 3

Contenido de humedad

$$w(\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Donde:

W_w = Peso del agua

W_s = Peso de los sólidos secos al horno

Jaime y Portocarrero (2018) hacen mención a que los agregados se pueden presentar en las siguientes condiciones: totalmente seco, parcialmente seco, saturado y superficialmente seco y húmedos.

Totalmente Seco: Se logra al colocar la muestra al horno a 110°C durante 24 horas hasta que tengan un peso constante.

Parcialmente seco: Se logra cuando la muestra se seca superficialmente al aire libre.

Saturado y Superficialmente seco (SSS): Se logra cuando los poros de los agregados se encuentran llenos de agua, pero al mismo tiempo estos se encuentran superficialmente secos. Este estado solo podrá lograrse en el laboratorio.

Totalmente Húmedo: Se logra cuando el material se encuentra totalmente húmedo y además existe agua libre superficial.

Peso Especifico

Se define al peso específico como la relación que hay entre el peso de un cierto volumen de sólidos (en el aire) a una determinada temperatura y el peso del mismo volumen de agua destilada (en el aire), a la misma temperatura.

Variación dimensional

La medición de las dimensiones nos permitirá conocer la variación dimensional de las muestras con respecto a las dimensiones de la unidad nominal. De acuerdo a Gallegos (2005) esta variación dimensional se manifiesta en la necesidad de hacer juntas de mortero mayores que las convenientes que son de 10mm a 12mm, lo cual conduciría a una albañilería menos resistente en compresión.

Según Guevara (2015) indica que, a mayor variación dimensional, mayor espesor de la junta; y mientras mayor sea el espesor de la junta, menor será la resistencia a compresión y la fuerza cortante del muro de albañilería.

Alabeo

Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en la Norma NTP 399.613.

Es la prueba de ensayo que nos dirá el desgaste o la poca importancia que se le dio al diseño u forma de los ladrillos. El alabeo suele ser más presente en los ladrillos que se han hecho de forma artesanal en comparación de los ladrillos fabricados en empresas grandes.

El alabeo está relacionado con el espesor del mortero que se aplica en la construcción, si la unidad es cóncava o convexa en la cara del asiento, creará una desigualdad de espesor del material adherente y seguido a esto un incremento de material usado (Cornejo, 2014)

Absorción

Según la Norma E. 070, es una medida de la permeabilidad de la unidad de albañilería.

El límite máximo de absorción que especifica la Norma Técnica E.070 para las unidades de arcilla es de 22%, las unidades de albañilería con absorción mayor al 22% serán más porosas, y por lo tanto, menos resistente a la acción de la intemperie. La unidad porosa absorberá agua del mortero, secándolo e impidiendo el adecuado proceso de adherencia mortero unidad, lo que influye en la disminución de la resistencia del muro

Paullo (2017) hace mención que si una unidad tiene un alto índice de absorción quiere decir que será más porosa, por ende, menos resistente al intemperismo.

El porcentaje de absorción según la NTP 399.613, debe ser menor al 15% para considerarse aceptable el material.

Succión

Según Limay y Vásquez (2019) la succión es la medida de la avidez del agua de la unidad de albañilería en la cara de asiento y es la característica fundamental para definir la relación mortero - unidad en la interface de contacto y, por lo tanto, la resistencia a tracción de la albañilería.

Está demostrado que con unidades que tienen una succión excesiva al momento del asentado este, no se logra de manera adecuada; Cuando la succión es muy alta, el mortero, debido a la rápida pérdida del agua que es absorbida por la unidad, se deforma y endurece, lo que impide un contacto complejo e íntimo con la cara de la siguiente unidad. El resultado es una adhesión pobre e incompleta, dejando uniones de baja resistencia y permeables al agua. Se considera que para succiones mayores de 4 gramos por minuto en un área de 200 cm² es requisito indispensable del proceso constructivo que las unidades se humedezcan, siguiendo técnicas adecuadas, para modificar la succión del asentado (NORMA E-070, 2007).

Resistencia a la compresión

Ruiz (2015). Hace mención que la resistencia a la compresión de la unidad es la principal propiedad y es esta la que determina la resistencia a la compresión del muro de albañilería (fm). Así mismo, también nos manifiesta que los valores altos de resistencia a la compresión indican que la unidad posee una buena calidad para todos los fines estructurales y de exposición, mientras que los valores bajos son muestra de unidades que producirán albañilería poco resistente y durable.

Justificación

Teniendo en cuenta la problemática ambiental generada por el proceso de cocción y encendido de horno artesanal para elaboración de ladrillos donde se utiliza llantas usadas, leña provocando abundante emisión de humos y olores es que se ha desarrollado la presente investigación contribuyendo con la conservación del medio ambiente y a mejorar la salud de la población de Santa Barbara a través de la elaboración de ladrillos ecológicos de arena de sílice sin realizar el proceso de secado al horno.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo varía la resistencia a compresión del ladrillo ecológico adicionando 40%, 45% y 50% de arena de sílice procedente de los alrededores del centro poblado Santa Bárbara – Baños del inca – Cajamarca respecto a los valores establecidos del ladrillo tipo I en la norma E070?

1.3. Objetivos

Objetivo General

Elaborar ladrillos ecológicos adicionando 40%, 45% y 50% de arena de sílice procedente de los alrededores del centro poblado Santa Bárbara – Baños del inca – Cajamarca.

Objetivos Específicos

- Realizar ensayos de variación dimensional, alabeo, absorción y succión del ladrillo ecológico a partir de arena de sílice adicionando 40%, 45% y 50% en volumen.
- Determinar la resistencia a compresión de ladrillos ecológicos adicionando arena de sílice al 40% en volumen.
- Determinar la resistencia a compresión de ladrillos ecológicos adicionando arena de sílice al 45% en volumen.
- Determinar la resistencia a compresión de ladrillos ecológicos adicionando arena de sílice al 50% en volumen.

1.4. Hipótesis

Al adicionar 40%, 45% y 50 % de arena sílice a los ladrillos ecológicos aumentará en 10% la resistencia a compresión respecto a los valores establecidos del ladrillo tipo I en la norma E070.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Tipo de Investigación

La investigación según el propósito o finalidad es una investigación aplicada puesto que para llegar al objetivo busca mecanismos y/o estrategias (Oblitas,2018); según el enfoque es de tipo cuantitativa ya que se centra en la recolección y análisis de datos, según su alcance es de tipo descriptiva debido a que se centra a medir las propiedades y características más representativas del objeto en estudio (Borja, 2016); es de diseño experimental, debido a que la manipulación de la variable independiente trae cambios a la variable dependiente (Oblitas, 2018) y de corte transversal ya que se basa exclusivamente en la observación y se trabaja con hechos de experiencia directa no manipulados en un determinado tiempo específico (Borja, 2016).

Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

Población

Se ha considerado un sesgo de 3 unidades por lo que la población ha estado constituida por un total de 84 ladrillos ecológicos con arena de sílice (28 ladrillos con 40%, de arena de sílice, 28 ladrillos con 45% de arena de sílice y 28 ladrillos con 50% de arena de sílice).

Muestra

La muestra ha sido constituida por un total de 75 ladrillos ecológicos (25 ladrillos con 40% de arena de sílice, 25 ladrillos con 45% de arena de sílice y 25 ladrillos con 50% de arena de sílice).

El muestro se efectuó de acuerdo con la Norma Técnica E0.70, artículo 5, Norma Técnica 331.017, 399.613 y 399.604. En la tabla N° 4 se indica el total de ladrillos de arena de sílice por ensayo.

Cumpliendo con lo solicitados en la Norma Técnica E0.70, artículo 5 y las normas técnicas peruana 331.017, 399.613 y 399.604 se ensayaron 75 unidades de ladrillos ecológicos representativos y se descartaron 9 unidades (1 por fracturamiento total durante el traslado y 8 unidades no se ensayaron debido a pequeñas fisuras en las esquinas de las unidades producto del traslado)

Tabla N° 4

Muestra total de la investigación y muestras por categoría según el ensayo

Muestras	Variación dimensional- Alabeo	Absorción	Succión	Resistencia a la compresión	N° de muestras por categoría
Ladrillo con arena de sílice al 40%	10	5	5	5	25
Ladrillo con arena de sílice al 45%	10	5	5	5	25
Ladrillo con arena de sílice al 50%	10	5	5	5	25
Total					75

Materiales, instrumentos y métodos

Técnicas de Recolección de Datos

En primera instancia la técnica para la recolección de datos fue la revisión de la literatura científica y la observación directa la misma que consistió en la identificación visual de los puntos donde se encuentra la arena de sílice, tomando en cuenta la investigación de Carrasco & Tinoco

(2018) se considerará el color, la composición, granulometría, textura y plasticidad del material para su selección.

Instrumentos de Recolección de Datos

La instrumentación para la investigación científica fueron las siguientes.

- Muestreo de suelos (3 calicatas de 1 m de largo, 1m de ancho y 1 metro de profundidad).
- Protocolos de laboratorio de suelos.
- Balanza, capacidad 4000 gr
- Horno de 50 Temperatura $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Máquina para ensayo a compresión axial
- Norma E.070 Albañilería
- NTP 399.613 – Unidades de albañilería: métodos de muestreo y ensayos de ladrillos de arcilla usados en albañilería.
- NTP 331.017 - Unidades de albañilería ladrillos de arcilla

Validación de Instrumentos de Recolección de Datos.

La autoría de los instrumentos de recolección de datos “protocolos de laboratorio” se detalla a continuación

- Protocolo de **Análisis Granulométrico Mediante Tamizado En Seco** le corresponde a la Universidad Privada Del Norte
- Protocolo de **Análisis Granulométrico Mediante Tamizado Por Lavado** le corresponde a la Universidad Privada Del Norte
- Protocolo de **Contenido De Humedad** le corresponde a la Universidad Privada Del Norte

- Protocolo de **Peso Específico Relativo De Sólidos** le corresponde a la Universidad Privada Del Norte
- Protocolo de **Límites De Plasticidad** le corresponde a la Universidad Privada Del Norte
- Los protocolos de **Alabeo, Variación Dimensional, Succión** ha sido elaborados a partir de la guía de laboratorio de la Universidad Privada Del Norte titulada “**Determinación De Propiedades De Ladrillos**”, la misma que se encuentra codificada por la universidad con código **20192_PL3 Propiedades De Ladrillos**.
- Los protocolos de **Absorción y Resistencia a la compresión** han sido elaborados a partir de la guía de laboratorio de la Universidad Privada Del Norte titulada “**Determinación De Propiedades De Ladrillos**” la misma que se encuentra codificada por la universidad con código **20192_PL3 Propiedades De Ladrillos**, Además de ello ha sido complementados de acuerdo con la tesis de Carrasco & Tinoco (2018).

Materiales de Apoyo en la Recolección de Datos

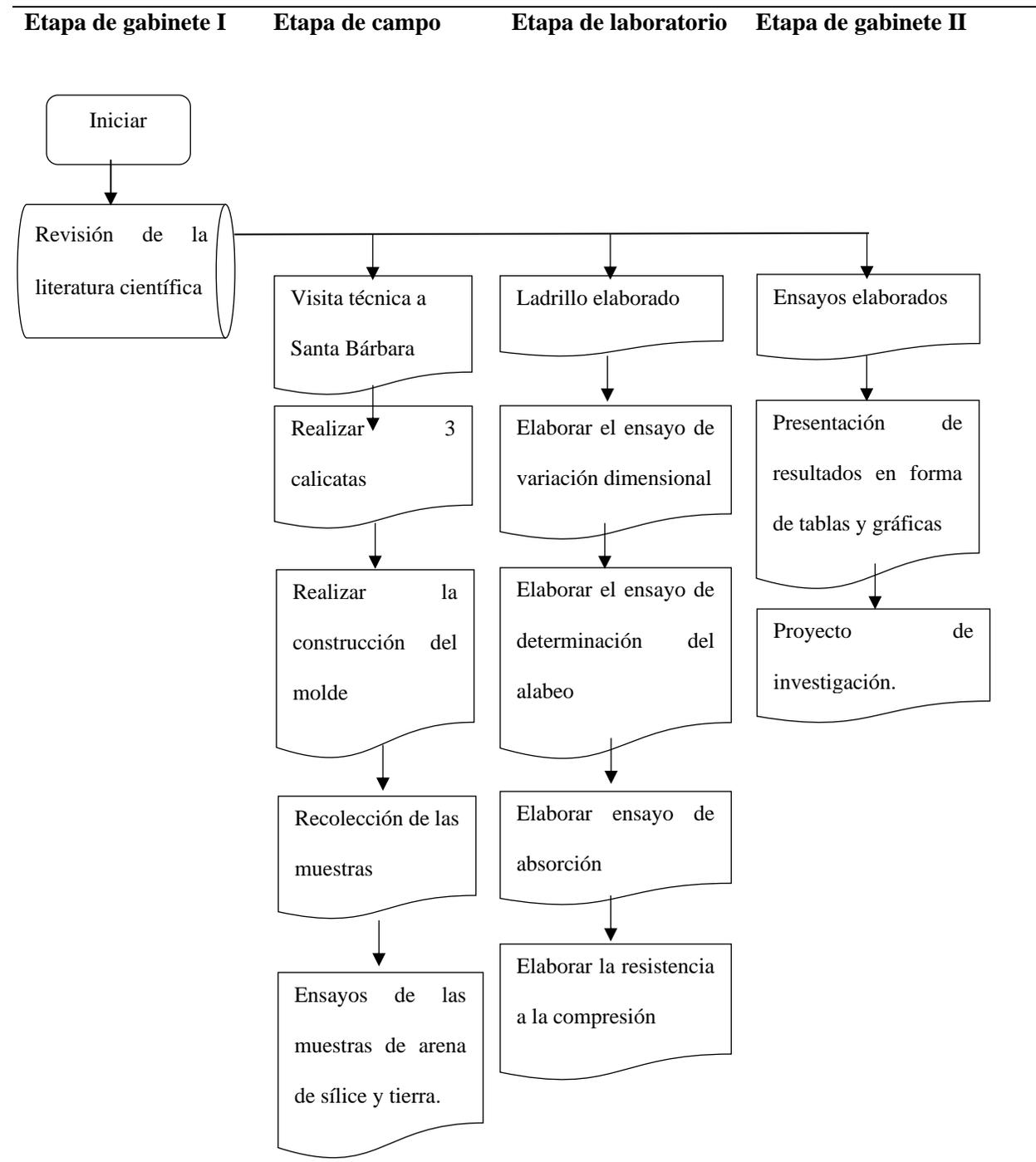
- Libreta de campo - GPS Garmin - Wincha
- Mapa de topografía base - Picota y palana - Vernier
- Bolsas de muestreo - Cámara fotográfica - Cronometro
- Marcador - Tarjeta de muestreo - Regla metálica
- Cuña graduada - Bandeja metálica

Técnicas de Análisis de Datos

La técnica de análisis de datos fue el análisis cuantitativo debido a que generalmente los resultados a interpretar se basarán en términos numéricos, por otro lado, también se empleará la técnica de interpretación de datos esto debido a que los gráficos procesados brindarán una mejor lectura de los resultados.

Procedimiento

PROCEDIMIENTO



Para el desarrollo de la presente investigación se plasmaron 4 etapas fundamentales las cuales fueron las siguientes.

Etapa de gabinete I

En la etapa de gabinete I se realizó la revisión de la literatura científica concerniente al tema de investigación, en la cual se consideró investigaciones tales como papers, tesis, artículos, revistas científicas de los principales buscadores tales como repositorios institucionales y bibliotecas virtuales.

Etapa de campo

Durante esta etapa se realizó una visita de campo a los alrededores del Centro Poblado Santa Bárbara con la finalidad de interactuar con los vivientes de la zona y solicitar el permiso correspondiente. Luego de ello se realizó salidas a campo para realizar 3 calicatas de las cuales se extrajeron muestras de arena de sílice.

Aspectos Generales (Ubicación y Accesibilidad)

Ubicación. Políticamente el centro poblado de Santa Bárbara se ubica en el Distrito de Baños del Inca, en la provincia y departamento de Cajamarca.

Tabla N° 5

Coordenadas de ubicación del Centro Poblado Santa Bárbara

VÉRTICE	ESTE	NORTE
SANTA BÁRBARA	775453.00	9211014.00

Nota: Las coordenadas se encuentran en el sistema UTM WGS84 – Zona 17S, las coordenadas han sido tomadas del Google Earth, 2023.

Ubicación de calicatas. Durante la realización de la investigación se han realizado 3 calicatas las mismas que han servido en la recopilación de agregado (arena de sílice) con la finalidad de contar con material fresco.

Tabla N° 6
Coordenadas de ubicación de calicatas en el Centro Poblado Santa Bárbara

VÉRTICE	ESTE	NORTE
Calicata 1	776879.00	9213229.00
Calicata 1	776721.00	9212716.00
Calicata 3	776488.00	9211419.00

Nota: Las coordenadas se encuentran en el sistema UTM WGS84 – Zona 17S, las coordenadas han sido tomadas del GPS Garmin, 2023.

Accesibilidad. El acceso para la zona de estudio se ha considerado desde la ciudad de Lima

Tabla N° 7
Acceso al Centro Poblado Santa Bárbara - Calicatas

DE:	A:	DISTANCIA	TIEMPO	TIPO DE ACCESO
Lima	Cajamarca	----	1h 00min	aéreo
Cajamarca	Centro Poblado Santa Bárbara	3.4 km	0h 15min	Terrestre (Asfalto – Trocha carrozable)
Centro Poblado Santa Bárbara	Calicatas	7.3 km	0h 30min	Terrestre (Trocha carrozable)

Nota: El acceso se tomó en cuenta considerando el tiempo y distancia desde la ciudad de Lima. Se considera desde esta ciudad puesto que puede servir como antecedente o referencia internacional en futuras investigaciones.

Figura N° 1

Mapa de Ubicación del Centro Poblado Santa Bárbara

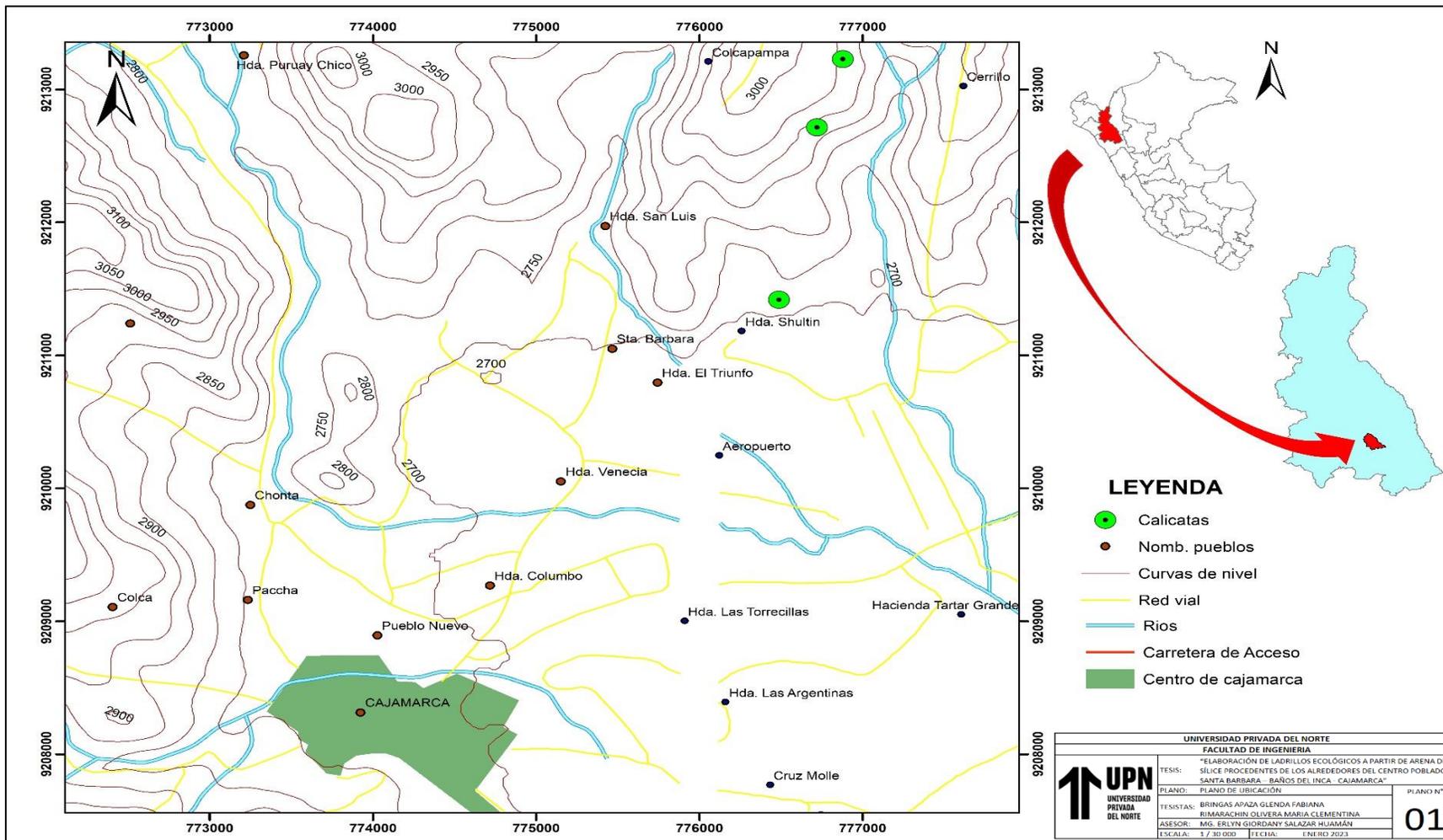
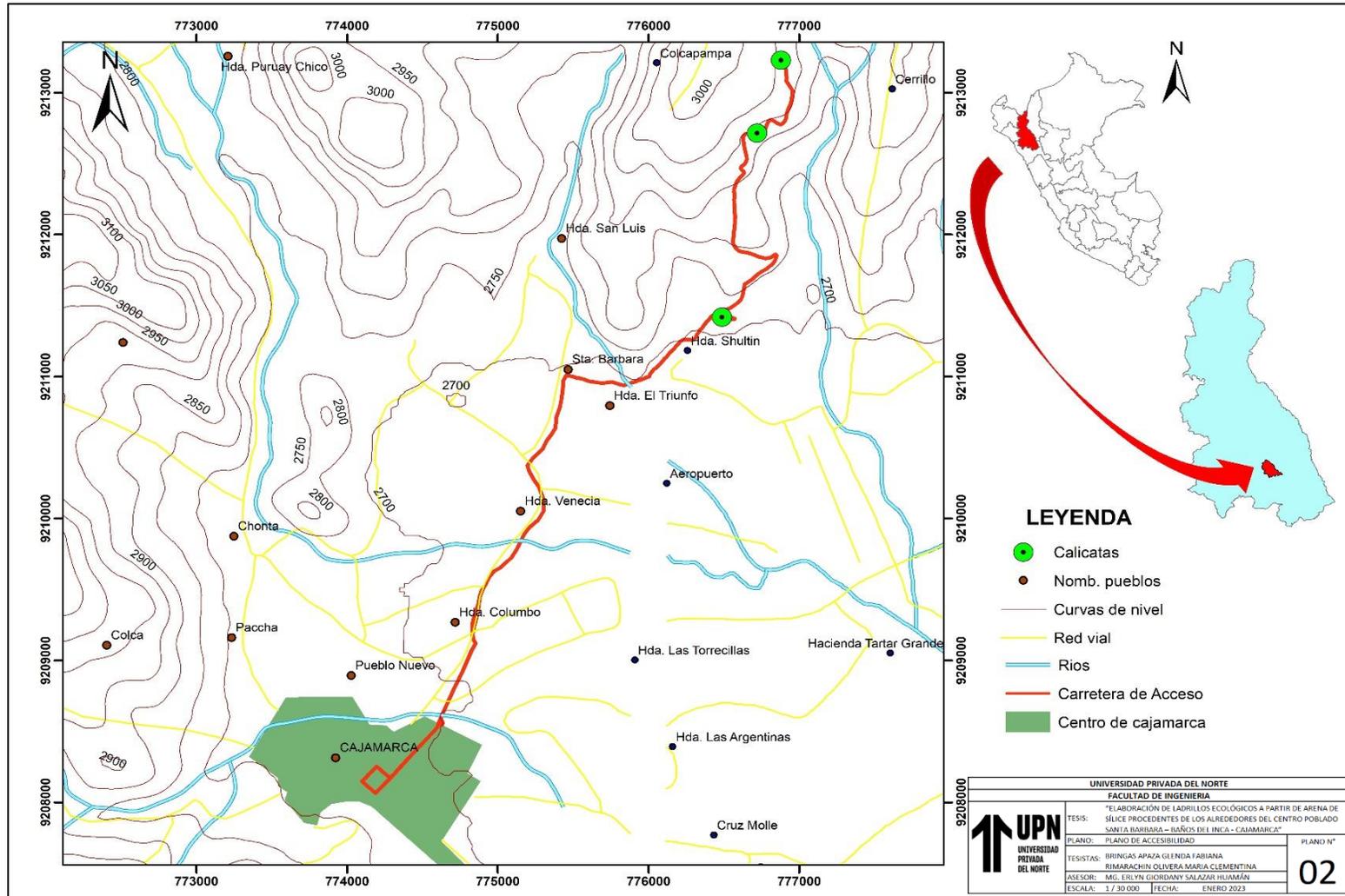


Figura N° 2

Mapa de Accesibilidad al Centro Poblado Santa Bárbara



Durante esta fase también se realizó la construcción del molde del ladrillo con las siguientes medidas. 22.5 cm de largo, 12.5 cm de ancho y 8.5 cm de alto.

Luego de la recolección de las muestras de campo se procedió a realizar el proceso de fabricación de los ladrillos ecológicos, el material muestreado fue triturado y tamizado en la malla N° 100, el peso fue determinado de acuerdo al porcentaje de 40%, 45% y 50% en volumen la cual se procedió a mezclar con tierra y de igual manera las cantidades ha sido según el porcentaje de arena de sílice, luego se ha procedido a mezclar con el aditivo o estabilizante (cemento tipo I + cal hidráulica 2:1) que se utilizó un 15% del volumen del ladrillo, la cantidad de agua a utilizar en la mezcla del material fue 300 ml por dar mejores resultados de trabajabilidad, luego de ello se procedió a realizar una mezcla homogénea y se continuo a incluir ocre para la pigmentación rojiza característica del ladrillo utilizando 50gr. para luego llevarlo al molde que previamente fue elaborado manualmente. Se dejó secar al ambiente por 7 días curándolo constantemente para luego dejarlos hasta la edad de 28 días.

Etapas de laboratorio

Durante de esta etapa se realizaron los ensayos de control de calidad de la fabricación de los ladrillos ecológicos a una edad de 28 días, los cuales fueron los siguientes ensayos.

Ensayo de Variación Dimensional

Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se siguió el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

Materiales/Equipos

- Balanza, capacidad 4000 gr
- Horno de 50 Temperatura 100 \pm 5°C
- Cámara fotográfica y Cronómetro.
- wincha
- Protocolo de laboratorio.
- Vernier.

Procedimiento

Medición de las Dimensiones. Las muestras fueron medidas con el Vernier y se determinó el promedio de cada dimensión (largo, ancho, alto) en mm. Luego se tomaron las dimensiones de cada arista del ladrillo, en las cuales se determinaron 3 medidas de la misma cara y se ha procedido a calcular el promedio correspondiente.

Figura N° 3

Toma de medidas con vernier para determinar la variación dimensional del ladrillo



Cálculos

Ecuación 4

Variación dimensional

$$v(\%) = 100 * \frac{(Df - Dp)}{Df}$$

Donde:

V: Porcentaje de la variación dimensional.

Df: Medidas de diseño

Dp: Medida promedio en mm (largo, ancho y alto)

Ensayo de determinación del alabeo

Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se siguió el procedimiento indicado en la Norma NTP 399.613.

Materiales/Equipos

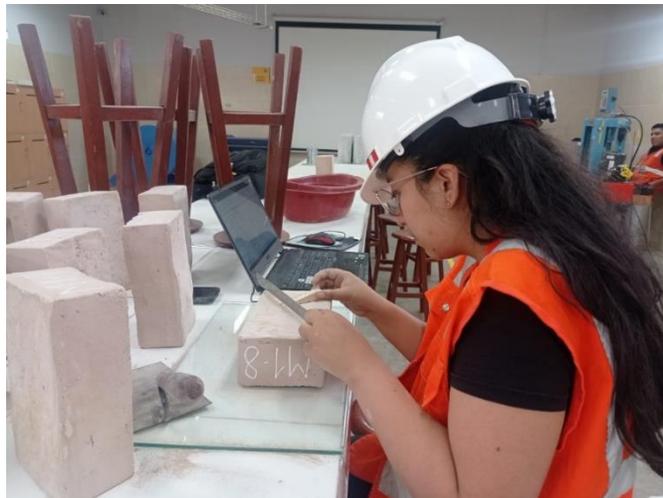
- Balanza, capacidad 4000 gr
- Vernier.
- Regla metálica.
- Cuña graduada.
- Protocolo de laboratorio.
- Cámara fotográfica.

Procedimiento. Para realizar este ensayo se colocó el ladrillo sobre una plancha de vidrio, luego se procedió a colocar la regla metálica en diagonal y dependiendo del tipo de alabeo, si es cóncavo o convexo se introdujo la cuña graduada en la zona que presentó mayor alabeo.

La concavidad y convexidad se midió con una cuña graduada en milímetros.

Figura N° 4

Determinación del alabeo de los ladrillos de arena de sílice



Ensayo de Absorción

Para la determinación de la absorción, se siguió el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.606.

Materiales:

- Se seleccionaron 5 unidades de ladrillo por cada muestra en estudio.
- Balanza con una precisión de 0,5 g.
- Recipiente de agua.

Procedimiento

- Se comenzó con el reconocimiento de las muestras, colocando una identificación a cada uno.
- Las unidades fueron puestas en el horno a una temperatura de 110° C, para que estén completamente secas por un tiempo de 24 horas.



- Se pesaron las unidades después de haberse puesto a enfriar.



- Una vez tomada las medidas de peso, Se procedió a Sumergir los ladrillos en un recipiente con agua por 24 horas.



- Retirar los ladrillos sumergidos en el agua, secándolo superficialmente con un paño y pesar para obtener su peso húmedo saturado.

Figura N° 5

Peso de ladrillo sumergido en agua para determinar el porcentaje de absorción



Cálculos

Ecuación 5

Ensayo de absorción

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

Ensayo de Succión

Para la determinación del ensayo de succión, se siguió el procedimiento indicado en las Normas NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.607

Materiales. Se seleccionaron 5 unidades de ladrillo por cada muestra en estudio.

- Bandeja metálica
- Regla graduada

Procedimiento.

- Se comenzó con la identificación de las muestras a estudiar, colocando una identificación a cada ensayo.
- Se tomaron la medida del área del ladrillo, luego se pesaron los ladrillos secos hasta obtener su peso exacto.



- La bandeja metálica ya nivelada contuvo agua a una altura de 10 mm, la cual se midió con una regla graduada en milímetros.
- Se colocó el ladrillo dentro de la bandeja con agua por el tiempo de 1 min, pasado ese tiempo se retiró el ladrillo y se secó superficialmente con un paño y se volvió a pesar.



Figura N° 6

Peso de ladrillo luego de ser sumergido para determinar la succión



Cálculos.

Ecuación 6

Ensayo de succión

$$\text{Succión} = \left(\frac{P_m - P_s}{A} \right) * 200$$

Resistencia a la Compresión

Para la determinación del ensayo de resistencia a la compresión, se siguió el procedimiento indicado en las Normas NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.608

Materiales/Equipos

- Máquina para ensayo a compresión axial
- Cinco unidades de ladrillo con arena de sílice (40, 45 y 50%).

Procedimiento

- **Identificación de las Muestras.** Se codificó a cada unidad de ladrillo.



- **Medición de las Dimensiones.** Se realizó las mediciones de las dimensiones largo, ancho, altura y peso.



- **Verificación de los especímenes.** Se limpió y se cubrió la superficie con una capa delgada de yeso a los ladrillos que presentan cierta irregularidad a las caras y luego se deja secar.



- **Condición de humedad de los especímenes.** Cuando se ensayen los especímenes, estarán libres de humedad visible o manchas de humedad.
- **Colocación de los especímenes.** Ensayar los especímenes con el centroide de sus superficies de apoyo alineada verticalmente con el centro de empuje de la rótula de la máquina de ensayo.



- **Velocidad de ensayo.** Aplicar la carga hasta la mitad del espécimen, después ajustar los controles de la máquina para dar un recorrido uniforme de cabezal móvil tal que la carga restante sea aplicada en no menos de 1 minuto y no más de 2 minutos.
- **Carga máxima.** Registrar la carga de compresión máxima.

Cálculos

La resistencia a la compresión se calculó aplicando la siguiente ecuación.

Ecuación 7

Resistencia a la compresión

$$MPa = \frac{P_{m\acute{a}x}}{A_n}$$

$P_{m\acute{a}x}$ = Carga de compresión máxima

A_n = Área de la sección

$$A = a \times l$$

a = ancho de la muestra, en milímetros

l = largo de la muestra, en milímetros

Figura N° 7

Determinación de la resistencia la compresión de los ladrillos de arena de sílice



Etapa de gabinete II

Luego de realizar todos los ensayos de la etapa de laboratorio esta etapa consistió en la presentación de los resultados en forma de tablas y gráficas, además consistió en la redacción final del proyecto de investigación.

Aspectos Éticos

La redacción del informe de tesis contempla e informaciones relevantes de otras investigaciones se encuentran debidamente citadas plasmando la veracidad de la información todo esto con la finalidad de evitar un plagio a otros trabajos.

Con respecto a la obtención de datos estos fueron recopilados de acuerdo a los Protocolos de laboratorio plasmados por la Universidad Privada Del Norte, y los instrumentos de recolección que han sido elaborados a partir de la guía de laboratorio de la Universidad Privada Del Norte titulada “Determinación De Propiedades De Ladrillos” la misma que se encuentra codificada por la universidad con código 20192_PL3 y complementada con la tesis de Carrasco & Tinoco (2018) dichos instrumentos han sido validados por docentes experto.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Ensayos para Determinar las Propiedades Físicas de la Arena de Sílice

Durante el desarrollo de la investigación, en el laboratorio de mecánica de suelos de la universidad privada del norte se han obtenido los siguientes resultados.

Contenido de Humedad de la Arena de Sílice.

Tabla N° 8

Contenido de humedad de arena de sílice

Contenido de humedad de la arena de sílice					
ID	Descripción	Und	1	2	3
A	Identificación del recipiente o tara		T1	T2	T3
B	Peso del Recipiente	gr	36.80	45.00	33.30
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	136.80	145.00	133.30
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	133.50	141.90	130.40
E	Peso del Agua (Ww) C - D	gr	3.30	3.10	2.90
F	Peso del Suelo Seco (Ws) D - B	gr	96.70	96.90	97.10
W%	Porcentaje de Humedad (E/F)*100	%	3.41	3.20	2.99
G	Promedio Porcentaje Humedad	%		3.20	

Límite Líquido de la Arena de Sílice

Tabla N° 9

Límite líquido de arena de sílice

Determinación límite líquido (II)					
ID	Descripción	Und	1	2	3
A	Identificación del recipiente		T1	T2	T3
B	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	50.64	51.70	49.23
C	Recipiente + Suelo Seco	gr	44.74	46.09	44.50
D	Peso del Recipiente	gr	27.48	28.00	27.97
E	Peso del Agua (Ww)	gr	5.90	5.61	4.73
F	Peso del Suelo Seco (Ws)	gr	17.26	18.09	16.53
W%	Número de golpes	%	13	21	27
G	Contenido de humedad	%	34.18	31.01	28.61
Promedio límite líquido (%)				31.27	

Figura N° 8

Curva de Atterberg de la arena de sílice

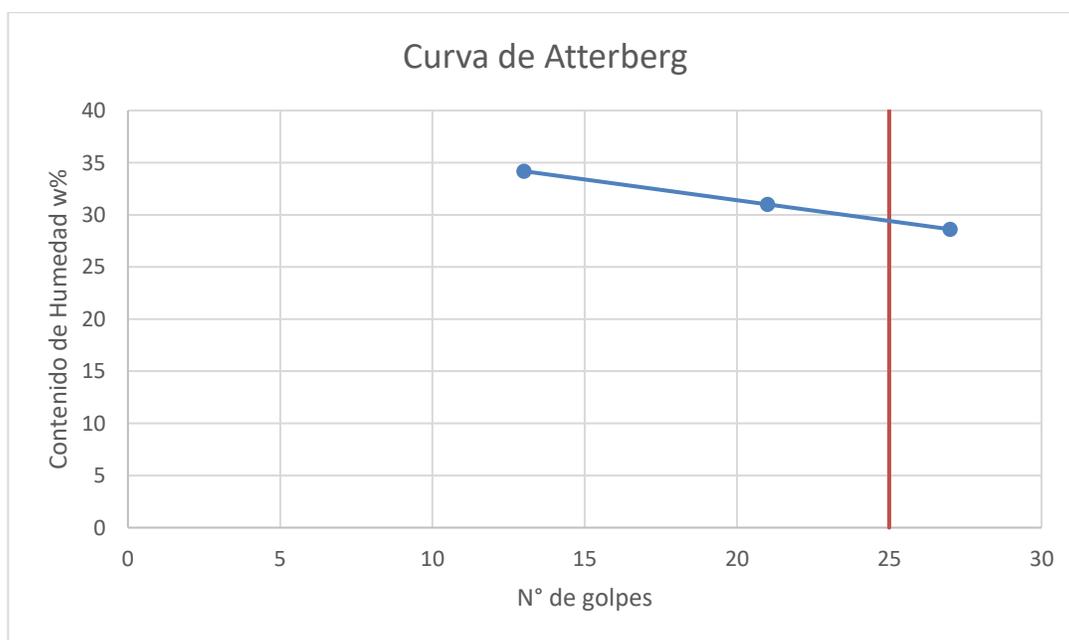


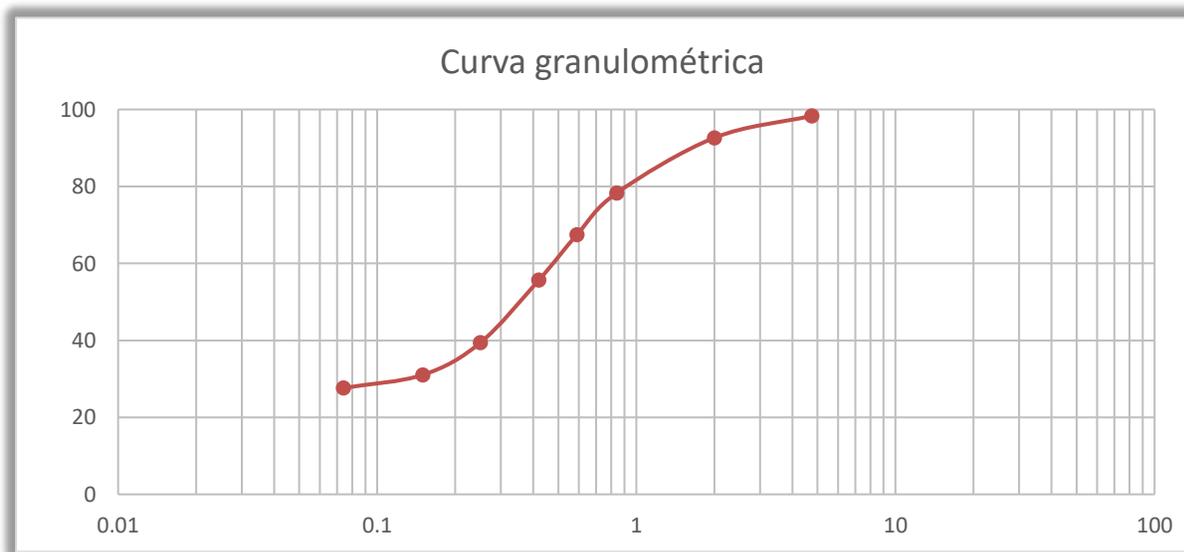
Tabla N° 10

Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado de arena de sílice

Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado					
Malla	Abertura (mm)	P.R.P.	% RP	% RA	% que pasa
N°4	4.76	8.21	1.64	1.64	98.36
N°10	2	28.62	5.72	7.36	92.64
N°20	0.84	71.71	14.34	21.7	78.30
N°30	0.59	54.15	10.83	32.53	67.47
N°40	0.42	59.12	11.82	44.35	55.65
N°60	0.25	81.23	16.25	60.6	39.40
N°100	0.15	41.76	8.35	68.95	31.05
N°200	0.074	17.08	3.42	72.37	27.63
Pérdida	Lavado	138.12	27.63	100.00	0.00
Total		500			

Figura N° 9

Curva granulométrica de la arena de sílice



Peso Específico Arena de Sílice

Tabla N° 11

Peso específico de arena de sílice

ID	Descripción	Und	1	2
A	Identificación de la muestra		T1	T2
B	Peso de la muestra seca	gr	100.00	100.00
C	Peso de la fiola + agua	gr	709.27	709.27
D	Peso de la fiola + agua + muestra seca	gr	771.50	771.39
E	Peso específico ($\gamma = (B / (B + (C - D)))$)	gr	2.65	2.64
F	Promedio de peso específico " γ "	gr		2.65

Ensayos para Determinar las Propiedades Físicas de la Tierra

Contenido de Humedad de la Tierra.

Tabla N° 12

Contenido de humedad de tierra

Contenido de humedad					
ID	Descripción	Und	1	2	3
A	Identificación del recipiente o tara		T1	T2	T3
B	Peso del Recipiente	gr	27.50	27.30	27.00
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	127.50	127.30	127.00
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	122.80	122.30	121.90
E	Peso del Agua (Ww) C - D	gr	4.70	5.00	5.10
F	Peso del Suelo Seco (Ws) D - B	gr	95.30	95.00	94.90
W%	Porcentaje de Humedad (E/F)*100	%	4.93	5.26	5.37
G	Promedio Porcentaje Humedad	%		5.19	

Límite Líquido

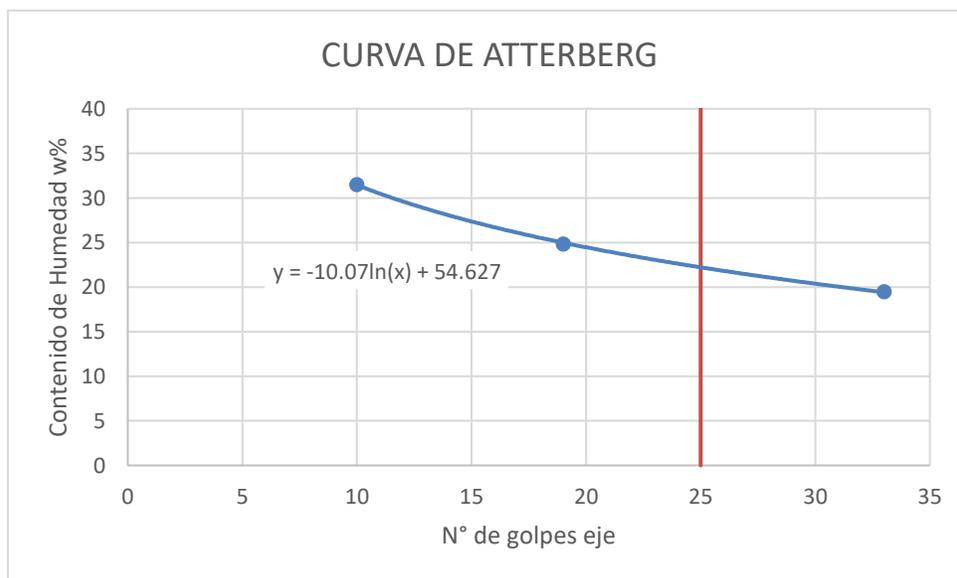
Tabla N° 13

Límites Atterberg de la tierra

DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente		T1	T2	T3
B	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	50.46	43.22	42.7
C	Recipiente + Suelo Seco	gr	45.11	40.09	40.22
D	Peso del Recipiente	gr	28.13	27.49	27.5
E	Peso del Agua (Ww)	gr	5.35	3.13	2.48
F	Peso del Suelo Seco (Ws)	gr	16.98	12.60	12.72
W%	Número de golpes	N	10	19	33
G	Contenido de humedad	%	31.51	24.84	19.5
DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente		T1	T2	T3
B	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	29.5	28.88	29.14
C	Recipiente + Suelo Seco	gr	29.42	28.83	29.09
D	Peso del Recipiente	gr	26.40	26.70	27.11
E	Peso del Agua (Ww) C - D	gr	0.08	0.05	0.05
F	Peso del Suelo Seco (Ws) D - B	gr	3.02	2.13	1.98
W%	Contenido de humedad	N	2.65	2.35	2.53
G	Promedio Limite Plástico	%		2.51	
LL	22.21		IP	19.7	

Figura N° 10

Curva de Atterberg de la tierra



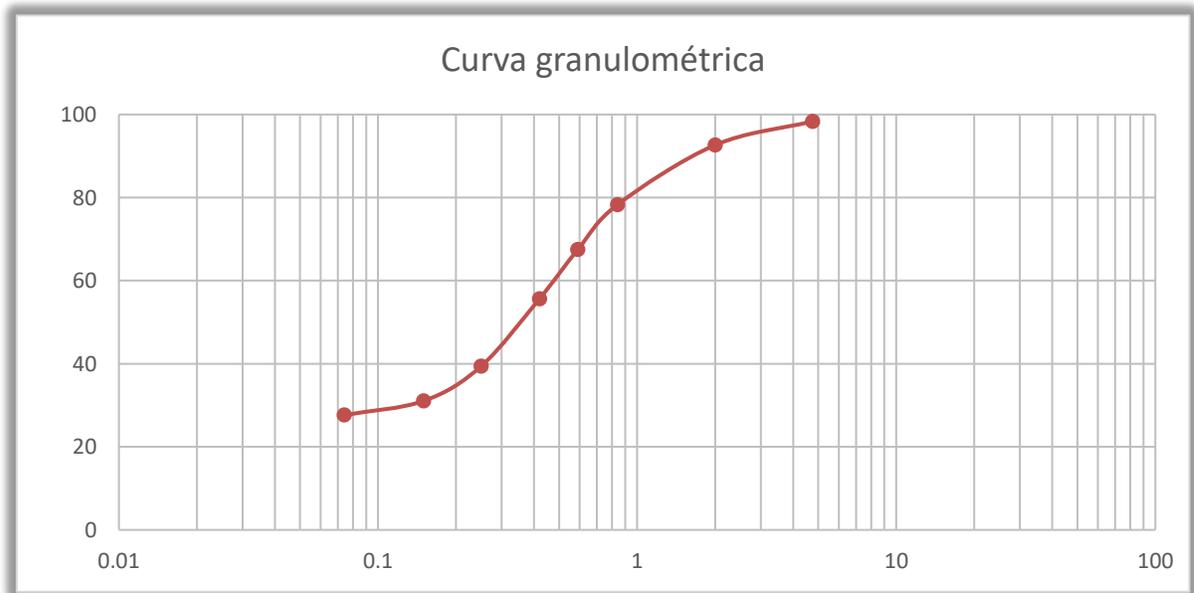
Granulometría de la Tierra

Tabla N° 14

Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado de tierra

Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado						
Malla	Abertura (mm)	P.R.P.	% RP	% RA	% que pasa	Figura N° 11 Curva
N°4	4.76	10.66	2.13	2.13	97.87	
N°10	2	21.00	4.20	6.33	93.67	
N°20	0.84	17.30	3.46	9.79	90.21	
N°30	0.59	15.21	3.04	12.83	87.17	
N°40	0.42	24.31	4.86	17.69	82.31	
N°60	0.25	87.09	17.42	35.11	64.89	
N°100	0.15	31.89	6.38	41.49	58.51	
N°200	0.074	17.72	3.54	45.03	54.97	
Pérdida	Lavado	274.82	54.97	100.00	0.00	
Total			500			

granulométrica de la tierra y grafico de clasificación del suelo



DIVISIÓN MAYOR		SÍMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO			
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 ⊕ Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4 GRAVAS PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE ½ cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4 GRAVAS LIMPIA Poco o nada de partículas finas GRAVA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas ARENA LIMPIA Poco o nada de partículas finas ARENA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4 Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4 ARENAS PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE ½ cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4 ARENA LIMPIA Poco o nada de partículas finas ARENA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	DETERMÍNESE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA, DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS (fracción que pasa por la malla No. 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO SIGUE: Menos del 5%:GW, GP,SW,SP; más del 12%: GM,GC,SM,SC. Entre 5% y 12%: Casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles **			
		GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos				
		* GM	d Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo		LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4. Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.		
		GC	Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla				
		SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.		LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.		
		SP	Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.				
		* SM	d Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		Cu = D_{60}/D_{10} mayor de 6 ; Cc = $(D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$ entre 1 y 3. No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW		
		SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.				
		SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 ⊕ Las partículas de 0.074 mm de diámetro (la malla No.200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista. LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50 LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido Mayor de 50 SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4 Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4 ARENAS PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE ½ cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4 ARENA LIMPIA Poco o nada de partículas finas ARENA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas		ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	G – Grava, S – Arena, O – Suelo Orgánico, P – Turba, M – Limo C – Arcilla, W – Bien Graduada, P – Mal Graduada, L – Baja Compresibilidad, H – Alta Compresibilidad
					CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	
OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.						
MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos.						
CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.						
OH	Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.						
P	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.						

Peso Específico de la Tierra

Tabla N° 15

Peso específico de la tierra

ID	Descripción	Und	1	2
A	Identificación de la muestra		T1	T2
B	Peso de la muestra seca	gr	100.00	100.00
C	Peso de la fiola + agua	gr	644.01	644.01
D	Peso de la fiola + agua + muestra seca	gr	706.21	706.06
E	Peso específico ($\gamma=(B/(B+(C-D)))$)	gr	2.65	2.64
F	Promedio de peso específico "γ"	gr		2.65

Cantidad de Agregados para Ladrillos Ecológicos

La cantidad de materiales o agregados ha estado en función del volumen total del ladrillo ecológico construido, en la siguiente tabla se muestran las dimensiones usadas, así como también el volumen del molde utilizado.

Tabla N° 16

Dimensiones de ladrillos ecológicos de arena de sílice

Dimensiones de ladrillos ecológicos de arena de sílice	
largo	22.50 cm
Ancho:	12.50 cm
Alto:	8.50 cm
Volumen	2390.63 cm³

Nota: El cálculo del volumen del ladrillo se ha realizado multiplicando el largo x ancho x alto, no se ha descontado la cantidad de material que ingresa en el orificio o hueco que tiene en el centro del ladrillo debido a que esa cantidad de material se ha considerado como desperdicio.

La cantidad de estabilizante o aditivo utilizado ha sido el 15% del volumen total del ladrillo como se muestra en los cálculos de la siguiente tabla.

Tabla N° 17

Cantidad de aditivo utilizado en un ladrillo ecológico

CONTENIDO DE ESTABILIZANTE UTILIZADO			
ESTABILIZANTE			15.00%
CANTIDAD.			358.59 cm ³
ESTABILIZANTE =	CEMENTO	+	CAL
CANTIDAD. cm ³	239.06 cm ³		119.53 cm ³
DENSIDAD. g/cm ³	3.00 g/cm ³		3.34 g/cm ³
CANTIDAD. (g)	717.18 g		399.23 g

La cantidad de agua utilizado en la fabricación de un ladrillo ecológico ha según la siguiente tabla.

Tabla N° 18

Cantidad de agua usado en un ladrillo ecológico

AGUA	
CANTIDAD.	300 ml
CANTIDAD.	300 cm ³
CANTIDAD.	300.00 g

Para dar la pigmentación característica de un ladrillo se ha agregado ocre y la cantidad utilizada se detalla en la tabla 19. El ocre incluido como material en los ladrillos ecológicos no altera la propiedad de la resistencia a la compresión (Romero y Rocha, 2019).

Tabla N° 19

Cantidad de ocre utilizado en la elaboración de un ladrillo ecológico

OCRE	
CANT. cm ³	9.51 cm ³
DENSIDAD g/cm ³	5.26 g/cm ³
CANTIDAD. (g)	50.00 g

La cantidad de arena de sílice para ladrillos ecológicos al 40%, 45% y 50% se muestran en las tablas siguientes, así mismo también se muestran las cantidades de tierra.

Tabla N° 20

Cantidad de arena de sílice y tierra utilizados en un ladrillo ecológico al 40%

LADRILLOS ECOLÓGICOS AL 40% DE ARENA DE SILICE	
PORCENTAJE DE ARENA DE SILICE	40.00%
CANTIDAD	
Arena de sílice	956.25 cm ³
Densidad	2.65 cm ³
Cantidad de arena de sílice	2534.06 g
Suelo o tierra	766.28 cm ³
Densidad	2.650 g/cm ³
Cantidad de tierra o suelo	2030.65 g

Tabla N° 21

Cantidad de arena de sílice y tierra utilizados en un ladrillo ecológico al 45%

LADRILLOS ECOLÓGICOS AL 45% DE ARENA DE SILICE	
PORCENTAJE DE ARENA DE SILICE	45.00%
CANTIDAD	
Arena de sílice	1075.78 cm ³
Densidad	2.65 cm ³
Cantidad de arena de sílice	2850.82 g
Suelo o tierra	646.75 cm ³
Densidad	2.650 g/cm ³
Cantidad de tierra o suelo	1713.90 g

Tabla N° 22

Cantidad de arena de sílice y tierra utilizados en un ladrillo ecológico al 50%

LADRILLOS ECOLÓGICOS AL 50% DE ARENA DE SILICE	
PORCENTAJE DE ARENA DE SILICE	50.00%
CANTIDAD	
Arena de sílice	1195.32 cm ³
Densidad	2.65 cm ³
Cantidad de arena de sílice	3167.60 g
Suelo o tierra	527.21 cm ³
Densidad	2.650 g/cm ³
Cantidad de tierra o suelo	1397.12 g

Tabla N° 23

Cantidad de agregados utilizados en un ladrillo ecológico al 40%, 45% y 50%

Dosificaciones para un ladrillo ecológico de arena de sílice al 40%, 45% y 50% en volumen			
Porcentaje de arena de sílice	40%	45%	50%
Cemento portland tipo I (cm ³)	239.06 cm ³	239.06 cm ³	239.06 cm ³
Cemento portland tipo I (gr)	717.18 g	717.18 g	717.18 g
Cal (cm ³)	119.53 cm ³	119.53 cm ³	119.53 cm ³
Cal (gr)	399.23 g	399.23 g	399.23 g
Agua (cm ³)	300.00 cm ³	300.00 cm ³	300.00 cm ³
Agua (gr)	300.00 g	300.00 g	300.00 g
Ocre (cm ³)	9.51 cm ³	9.51 cm ³	9.51 cm ³
Ocre (gr)	50.00 g	50.00 g	50.00 g
Arena de sílice (triturado y tamizado malla N°100) (gaveras)(cm ³)	956.25 cm ³	1075.78 cm ³	1195.32 cm ³
Arena de sílice (triturado y tamizado malla N°100) (gaveras)(gramos)	2534.06 g	2850.82 g	3167.60 g
tierra (cm ³)	766.28 cm ³	646.75 cm ³	527.21 cm ³
tierra (gramos)	2030.65 g	1713.90 g	1397.12 g

Tabla N° 24

Cantidad de agregados utilizados en 28 ladrillo ecológico al 40%, 45% y 50%

Dosificaciones para 28 ladrillo ecológico de arena de sílice al 40%, 45% y 50% en volumen			
Porcentaje de arena de sílice	40%	45%	50%
Cemento portland tipo I (cm ³)	6693.68 cm ³	6693.68 cm ³	6693.68 cm ³
Cemento portland tipo I (gr)	20081.04 g	20081.04 g	20081.04 g
Cal (cm ³)	3346.84 cm ³	3346.84 cm ³	3346.84 cm ³
Cal (gr)	11178.45 g	11178.45 g	11178.45 g
Agua (cm ³)	8400.00 cm ³	8400.00 cm ³	8400.00 cm ³
Agua (gr)	8400.00 g	8400.00 g	8400.00 g
Ocre (cm ³)	266.16 cm ³	266.16 cm ³	266.16 cm ³
Ocre (gr)	1400.00 g	1400.00 g	1400.00 g
Arena de sílice (triturado y tamizado malla N°100) (gaveras)(cm ³)	26775.00 cm ³	30121.84 cm ³	33468.96 cm ³
Arena de sílice (triturado y tamizado malla N°100) (gaveras)(gramos)	70953.68 g	79822.96 g	88692.80 g
tierra (cm ³)	21455.96 cm ³	18109.12 cm ³	14762.00 cm ³
tierra (gramos)	56858.20 g	47989.20 g	39119.36 g

Ensayos para Determinar las Propiedades Físicas de la Mezcla de Materiales para Ladrillos Ecológicos con 40% de Arena de Sílice.

Contenido de Humedad.

Tabla N° 25

Contenido de humedad de material con 40 % arena de sílice

Contenido de humedad					
ID	Descripción	Und	1	2	3
A	Identificación del recipiente o tara		T1	T2	T3
B	Peso del Recipiente	gr	27.71	26.80	23.93
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	127.71	126.80	126.93
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	125.23	125.46	123.36
E	Peso del Agua (Ww) C - D	gr	2.48	1.34	3.57
F	Peso del Suelo Seco (Ws) D - B	gr	97.52	98.66	99.43
W%	Porcentaje de Humedad (E/F)*100	%	2.54	1.36	3.59
G	Promedio Porcentaje Humedad	%		2.50	

Límite líquido

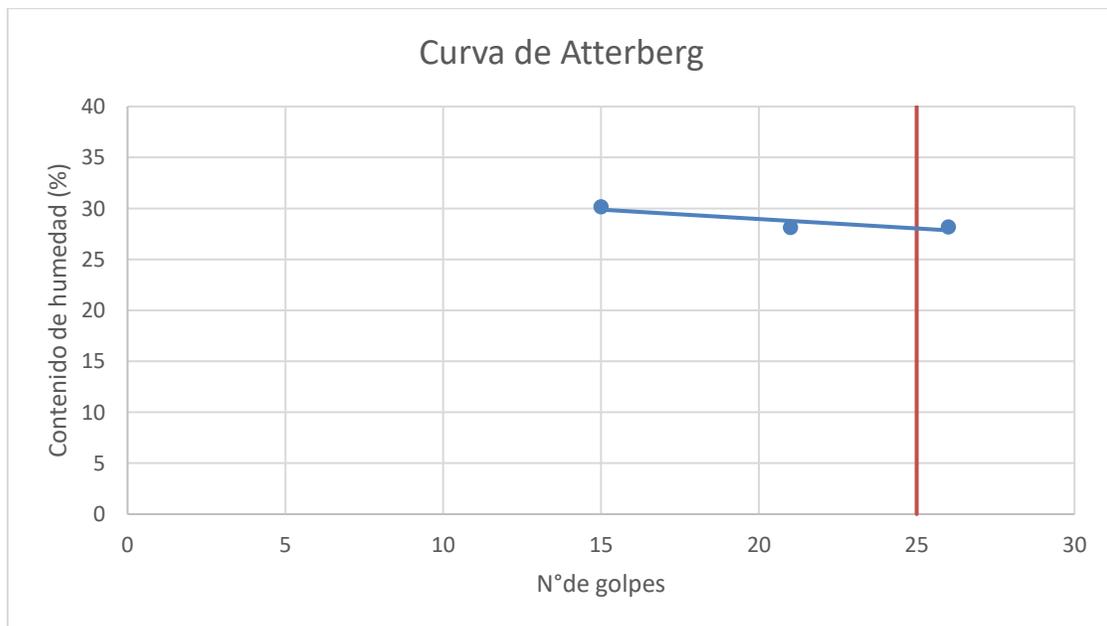
Tabla N° 26

Límite líquido de material con 40% arena de sílice

Determinación límite líquido (II)					
ID	Descripción	Und	1	2	3
A	Identificación del recipiente		T1	T2	T3
B	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	53.13	58.61	60.23
C	Recipiente + Suelo Seco	gr	47.22	51.83	53.10
D	Peso del Recipiente	gr	27.63	27.74	27.82
E	Peso del Agua (Ww)	gr	5.91	6.78	7.13
F	Peso del Suelo Seco (Ws)	gr	19.59	24.09	25.28
W%	Número de golpes	%	15	21	26
G	Contenido de humedad	%	30.17	28.14	28.2
	Promedio límite líquido	%		28.84	

Figura N° 12

Curva de Atterberg de material con 40% de arena de sílice



Granulometría

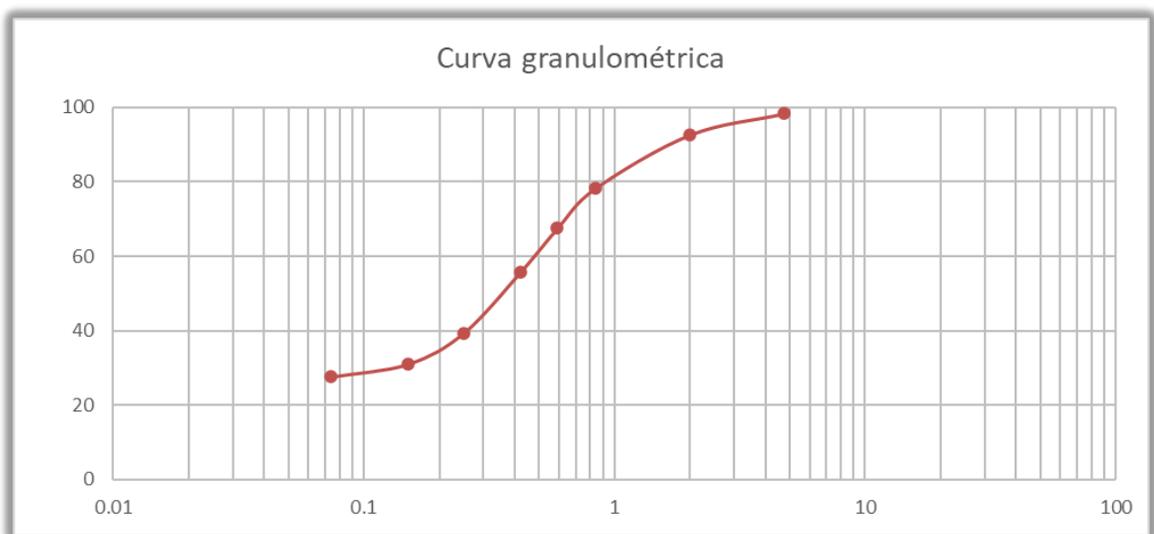
Tabla N° 27

Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado del material con 40% de arena de sílice

Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado					
Malla	Abertura (mm)	P.R.P.	% RP	% RA	% que pasa
N°4	4.76	10.12	2.02	2.02	97.98
N°10	2	30.59	6.12	8.14	91.86
N°20	0.84	51.38	10.28	18.42	81.58
N°30	0.59	35.59	7.12	25.54	74.46
N°40	0.42	37.62	7.52	33.06	66.94
N°60	0.25	47.54	9.51	42.57	57.43
N°100	0.15	33.53	6.71	49.28	50.72
N°200	0.074	19.74	3.95	53.23	46.77
Perdida	Lavado	233.89	46.77	100.00	0.0
Total		500			

Figura N° 13

Curva granulométrica del material con 40% de arena de sílice



Peso específico del Material con 40 %de Arena de Sílice

Tabla N° 28

Peso específico del material con 40 % de arena de sílice

ID	Descripción	Und	1	2
A	Identificación de la muestra		T1	T2
B	Peso de la muestra seca	gr	100.00	100.00
C	Peso de la fiola + agua	gr	709.16	709.16
D	Peso de la fiola + agua + muestra seca	gr	769.52	770.49
E	Peso específico ($\gamma=(B/(B+(C-D)))$)	gr	2.52	2.59
F	Promedio de peso específico "γ"	gr		2.56

Ensayos para Determinar las Propiedades Físicas de la Mezcla de Materiales para Ladrillos Ecológicos con 45% de Arena de Sílice.

Contenido de humedad del material con 45% de arena de sílice.

Tabla N° 29

Contenido de humedad del material con 45 % arena de sílice

Contenido de humedad					
ID	Descripción	Und	1	2	3
A	Identificación del recipiente o tara		T1	T2	T3
B	Peso del Recipiente	gr	27.61	27.53	28.18
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	127.61	127.61	128.18
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	125.04	125.10	125.66
E	Peso del Agua (Ww) C - D	gr	2.57	2.51	2.52
F	Peso del Suelo Seco (Ws) D - B	gr	97.43	97.57	97.48
W%	Porcentaje de Humedad (E/F)*100	%	2.64	2.57	2.59
G	Promedio Porcentaje Humedad	%		2.60	

Límite Líquido del Material con 45% de Arena de Sílice

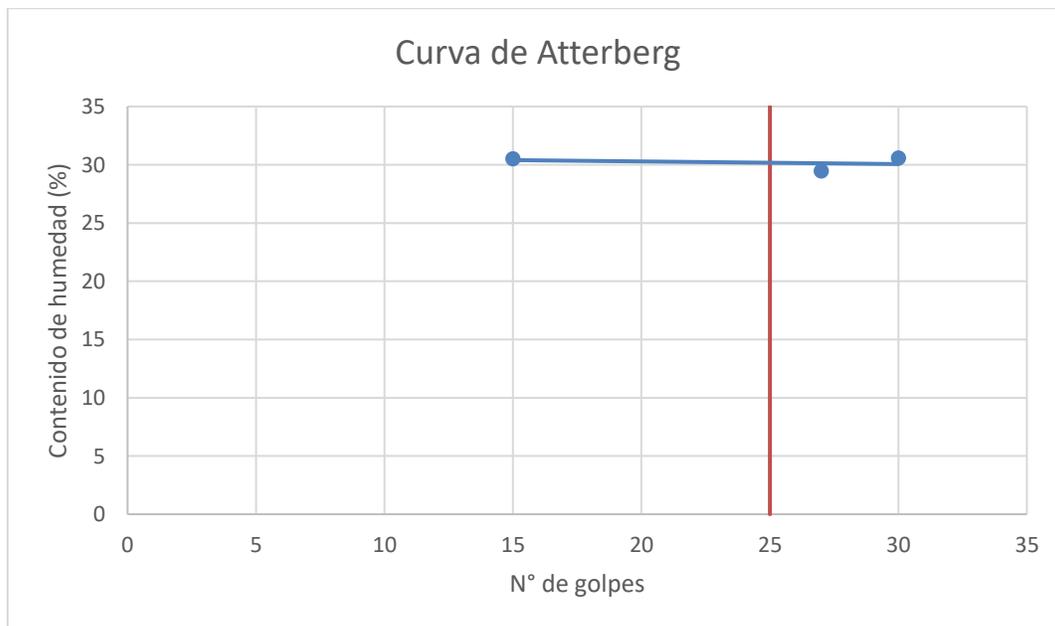
Tabla N° 30

Límite líquido del material con 45% arena de sílice

Determinación límite líquido (LL)					
ID	Descripción	Und	1	2	3
A	Identificación del recipiente		T1	T2	T3
B	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	54.90	60.85	46.95
C	Recipiente + Suelo Seco	gr	48.26	53.46	42.58
D	Peso del Recipiente	gr	26.51	28.39	28.29
E	Peso del Agua (Ww)	gr	6.64	7.39	4.37
F	Peso del Suelo Seco (Ws)	gr	21.75	25.07	14.29
W%	Número de golpes	N	15	27	30
G	Contenido de humedad	%	30.53	29.48	30.58
Promedio límite líquido				30.20	

Figura N° 14

Curva de Atterberg del material con 45% de arena de sílice



Granulometría del Material con 45% de Arena de Sílice

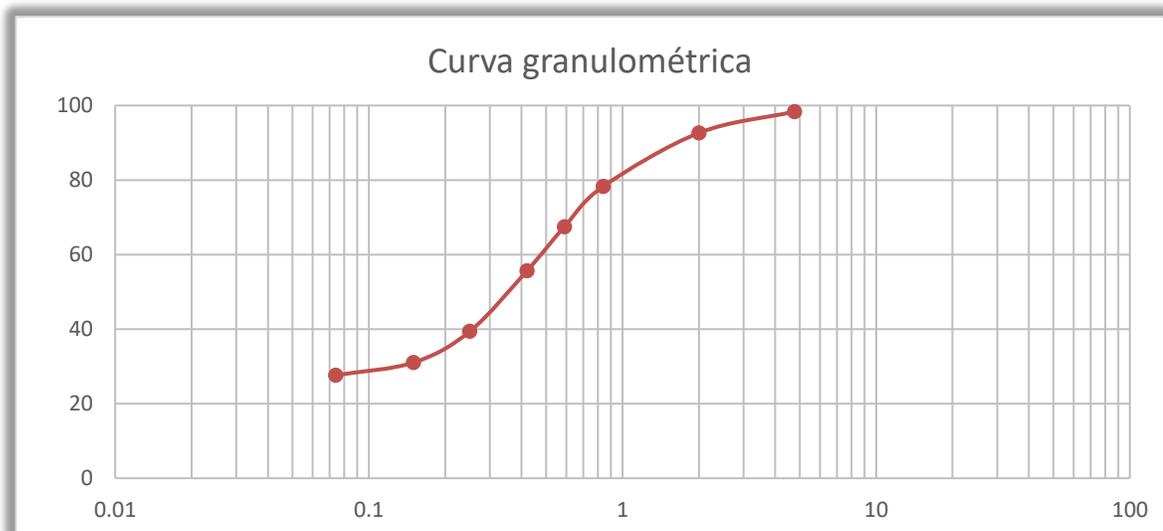
Tabla N° 31

Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado del material con 45% de arena de sílice

Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado					
Malla	Abertura (mm)	P.R.P.	% RP	% RA	% que pasa
N°4	4.76	10.6	2.12	2.12	97.88
N°10	2	27.47	5.49	7.61	92.39
N°20	0.84	54.78	10.96	18.57	81.43
N°30	0.59	41.27	8.25	26.82	73.18
N°40	0.42	42.38	8.48	35.30	64.70
N°60	0.25	50.77	10.15	45.45	54.55
N°100	0.15	37.89	7.58	53.03	46.97
N°200	0.074	20.13	4.03	57.06	42.94
Perdida	Lavado	214.71	42.94	100.00	0.00
Total		500			

Figura N° 15

Curva granulométrica del material con 45% de arena de sílice



Peso Específico del Material con 45 % de Arena de Sílice

Tabla N° 32

Peso específico del material con 45% de arena de sílice

ID	Descripción	Und	1	2
A	Identificación de la muestra		M1	M2
B	Peso de la muestra seca	gr	100.00	100.00
C	Peso de la fiola + agua	gr	644.01	644.01
D	Peso de la fiola + agua + muestra seca	gr	704.66	704.17
E	Peso específico ($\gamma = (B / (B + (C - D)))$)	gr	2.54	2.51
F	Promedio de peso específico "γ"	gr		2.53

Ensayos para Determinar las Propiedades Físicas de la Mezcla de Materiales para Ladrillos Ecológicos con 50% de Arena de Sílice.

Contenido de Humedad del Material con 50% de Arena de Sílice.

Tabla N° 33

Contenido de humedad del material con 50 % arena de sílice

Contenido de humedad					
ID	Descripción	Und	1	2	3
A	Identificación del recipiente o tara		T1	T2	T3
B	Peso del Recipiente	gr	28.02	28.16	26.11
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	128.02	128.16	126.11
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	125.32	124.47	124.57
E	Peso del Agua (Ww) C - D	gr	2.70	3.69	1.54
F	Peso del Suelo Seco (Ws) D - B	gr	97.30	96.31	98.46
W%	Porcentaje de Humedad (E/F)*100	%	2.77	3.83	1.56
G	Promedio Porcentaje Humedad	%		2.72	

Límite líquido del material con 50% de arena de sílice.

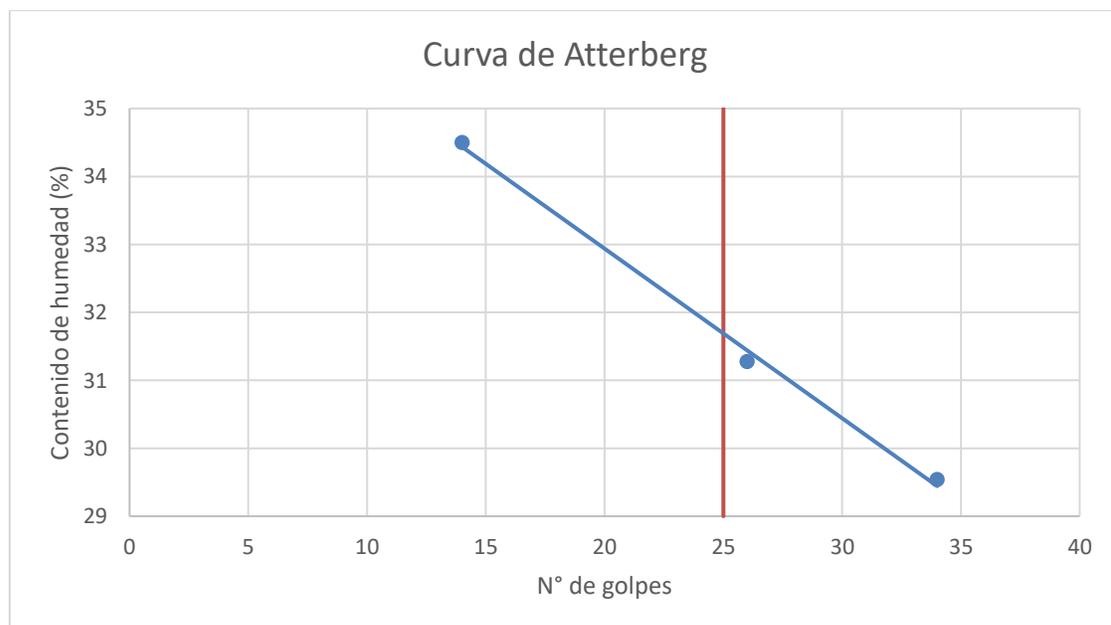
Tabla N° 34

Límite líquido del material con 50% arena de sílice

Determinación límite líquido (LL)					
ID	Descripción	Und	1	2	3
A	Identificación del recipiente		T1	T2	T3
B	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	58.01	49.96	51.45
C	Recipiente + Suelo Seco	gr	51.04	44.72	45.95
D	Peso del Recipiente	gr	30.84	27.97	27.33
E	Peso del Agua (Ww)	gr	6.97	5.24	5.50
F	Peso del Suelo Seco (Ws)	gr	20.20	16.75	18.62
W%	Número de golpes	N	14	26	34
G	Contenido de humedad	%	34.5	31.28	29.54
Promedio límite líquido				31.77	

Figura N° 16

Curva de Atterberg del material con 50% arena de sílice



Granulometría del material con 50% de arena de sílice

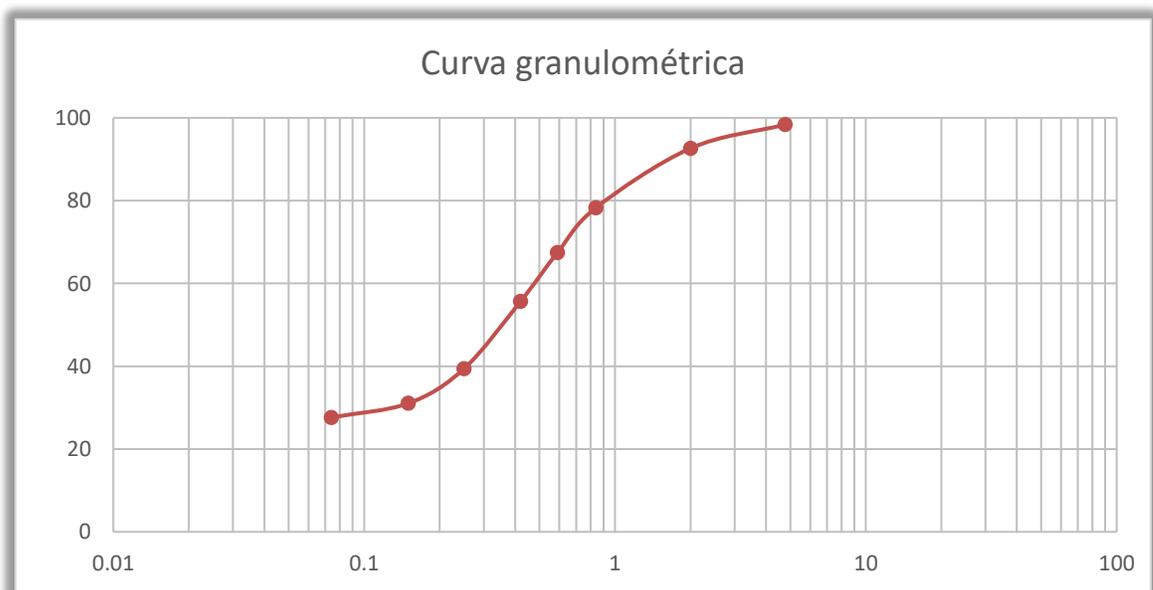
Tabla N° 35

Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado del material con 50% de arena de sílice

Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado					
Malla	Abertura (mm)	P.R.P.	% RP	% RA	% que pasa
N°4	4.76	2.87	0.57	0.57	99.43
N°10	2	21.85	4.37	4.94	95.06
N°20	0.84	50.58	10.12	15.06	84.94
N°30	0.59	43.54	8.71	23.77	76.23
N°40	0.42	55.84	11.17	34.94	65.06
N°60	0.25	59.32	11.86	46.80	53.2
N°100	0.15	31.7	6.34	53.14	46.86
N°200	0.074	12.47	2.49	55.63	44.37
Perdida	Lavado	221.83	44.37	100.00	0.00
Total		500			

Figura N° 17

Curva granulométrica del material con 50% de arena de sílice



Peso Específico del Material con 50 %de Arena de Sílice

Tabla N° 36

Peso específico del material con 50% de arena de sílice

ID	Descripción	Und	1	2
A	Identificación de la muestra		M1	M2
B	Peso de la muestra seca	gr	100.00	100.00
C	Peso de la fiola + agua	gr	709.16	709.16
D	Peso de la fiola + agua + muestra seca	gr	770.60	770.22
E	Peso específico ($\gamma=(B/(B+(C-D)))$)	gr	2.59	2.57
F	Promedio de peso específico "γ"	gr		2.58

Justificación del porque no se tiene muestra patrón.

Hasta la fecha las investigaciones sobre el uso de la arena de sílice en la fabricación de ladrillos son escasas debido a ello no se ha realizado una muestra patrón netamente con arena de sílice y se ha considerado como resultados de una muestra patrón los valores establecidos en la norma E070 “Albañilería”

Ensayos Clasificatorios de las Unidades de Albañilería

Ensayo de Variación Dimensional.

Tabla N° 37

Variación dimensional de ladrillos ecológicos con 40% de arena de sílice

Tipo de muestra	Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
"Ladrillos ecológicos con 40% de arena de sílice"	M1	22.97	13.51	8.21
	M2	23.26	13.50	8.25
	M3	23.06	13.64	8.22
	M4	22.94	13.52	8.12
	M5	22.89	13.70	8.28

M6	23.07	13.64	8.22
M7	22.98	13.63	8.20
M8	22.94	13.45	8.17
M9	22.92	13.45	8.20
M10	23.16	13.39	8.19
Promedio	23.02	13.54	8.21

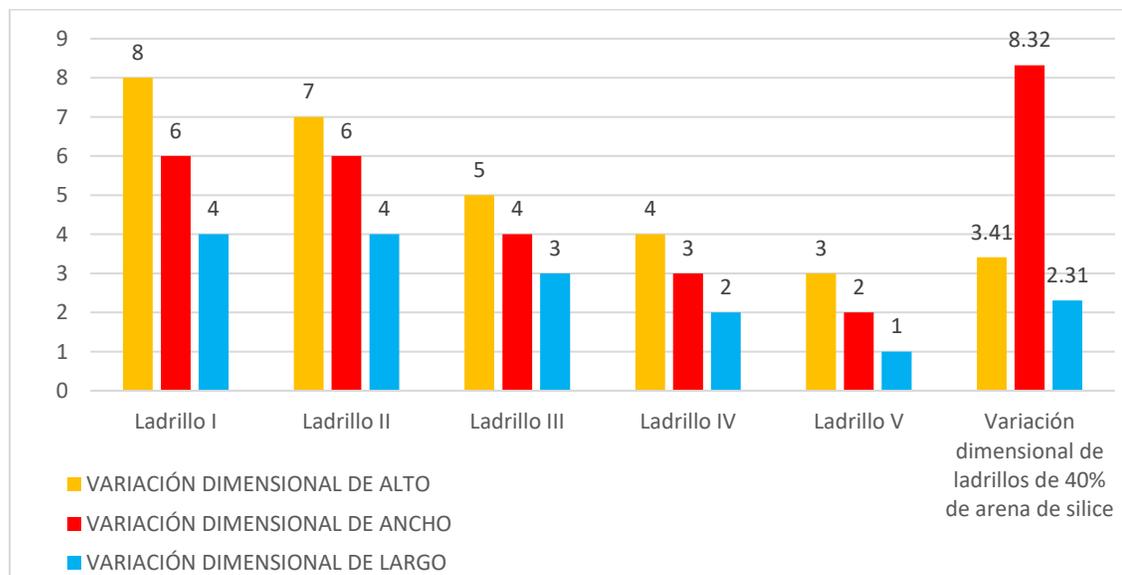
Tabla N° 38

Porcentaje de variación dimensional de ladrillos ecológicos con 40% de arena de sílice

Tipo de muestra	Descripción	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
"Ladrillos ecológicos con 40% de arena de sílice"	Dimensión nominal (mm)	225.0	125.0	85.0
	Dimensión promedio (mm)	230.2	135.4	82.1
	Variación dimensional	-2.31%	-8.32%	3.41%

Figura N° 18

Gráfico de comparación de resultado de ensayo de variación dimensional del ladrillo ecológico con 40% de arena de sílice y variación dimensional determinado en la norma E.070



Nota: La variación dimensional respecto al ancho de los ladrillos supera el límite establecido en la norma E.070 sin embargo la variación es mínima y los demás valores de alto y largo están por debajo de los límites establecidos considerándose una unidad aceptable.

Los valores de -2.31 (largo), -8.32 (ancho) y 3.41(alto), según la Norma E 0.70 los ladrillos ecológicos con 40% de arena de sílice se clasifican como ladrillos tipo I y II.

Tabla N° 39

Variación dimensional de ladrillos ecológicos con 45% de arena de sílice

Tipo de muestra	Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
"Ladrillos ecológicos con 45% de arena de sílice"	M1	22.73	13.55	8.10
	M2	23.15	13.34	8.22
	M3	23	13.34	8.23
	M4	23.02	13.48	8.17
	M5	24.1	13.51	8.16
	M6	22.9	13.50	8.18
	M7	23.09	13.43	8.18
	M8	23.07	13.55	8.07
	M9	23.16	13.45	8.26
	M10	22.98	13.64	8.25
	Promedio	23.12	13.48	8.18

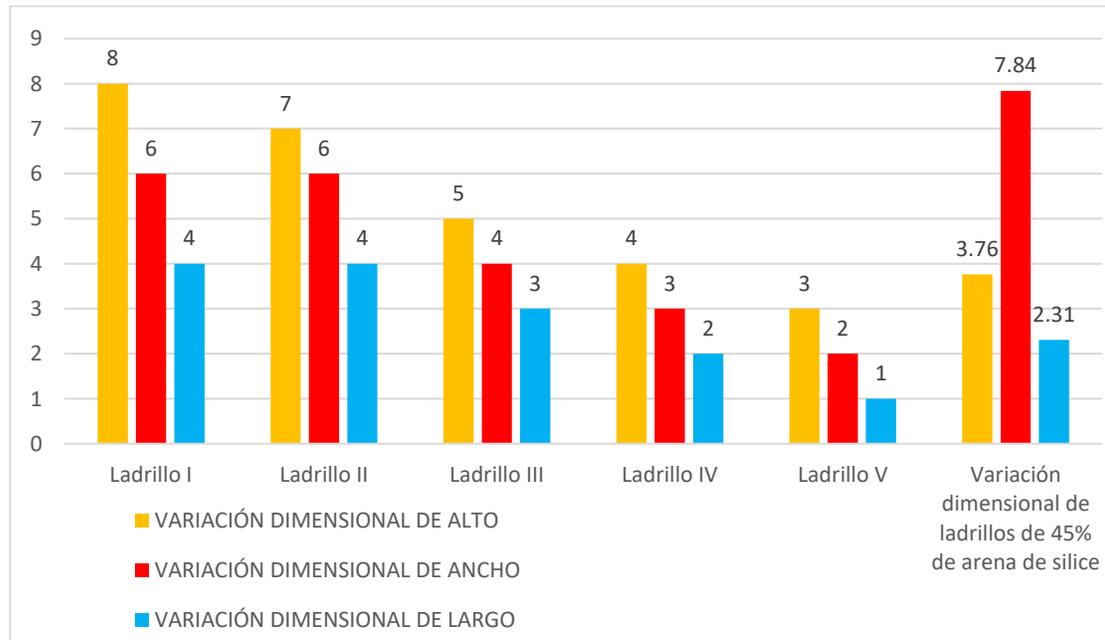
Tabla N° 40

Porcentaje de variación dimensional de ladrillos ecológicos con 45% de arena de sílice

Tipo de muestra	Descripción	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
"Ladrillos ecológicos con 45% de arena de sílice"	Dimensión nominal (mm)	225.0	125.0	85.0
	Dimensión promedio (mm)	230.2	134.8	81.8
	Variación dimensional	-2.31%	-7.84%	3.76%

Figura N° 19

Gráfico de comparación de resultado de ensayo de variación dimensional del ladrillo ecológico con 45% de arena de sílice y variación dimensional determinado en la norma E.070



Nota: La variación dimensional respecto al ancho de los ladrillos supera el límite establecido en la norma E 0.70 sin embargo la variación es mínima y los demás valores de alto y largo están por debajo de los límites establecidos considerándose una unidad aceptable.

Los valores de -2.31 (largo), -7.84 (ancho) y 3.76(alto), según la Norma E 0.70 los ladrillos ecológicos con 45% de arena de sílice se clasifican como ladrillos tipo I y II.

Tabla N° 41
Variación dimensional de ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice

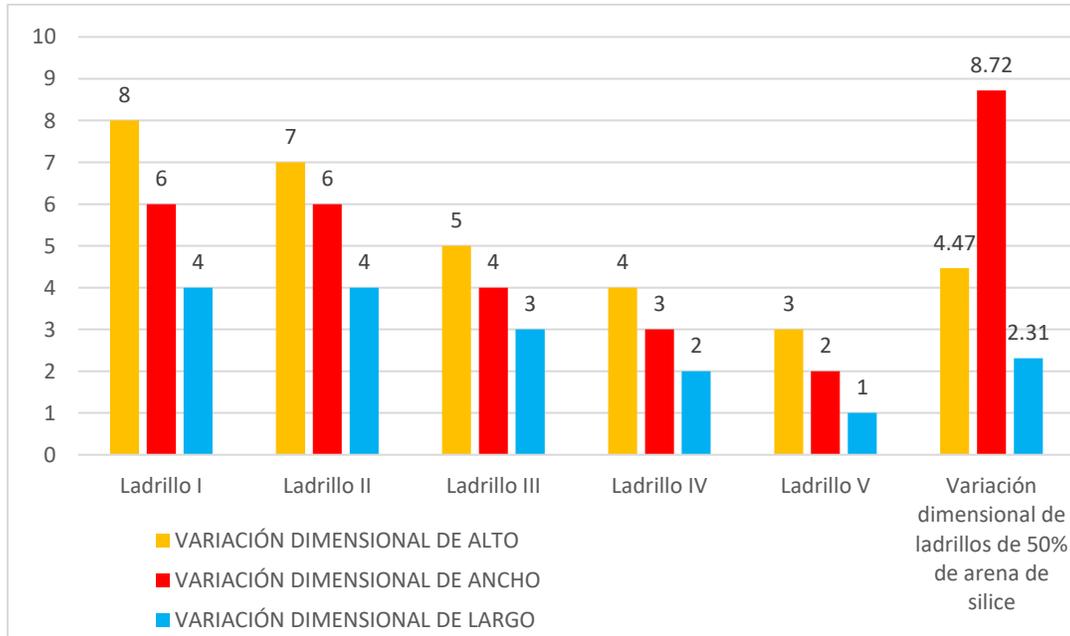
Tipo de muestra	Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
"Ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice"	M1	23.01	13.63	8.13
	M2	22.98	13.64	8.08
	M3	23.28	13.6	8.03
	M4	23.36	13.51	8.05
	M5	23.24	13.56	8.25
	M6	23.00	13.53	8.1
	M7	23.22	13.66	8.18
	M8	22.94	13.67	8.16
	M9	23.19	13.7	8.03
	M10	23.12	13.43	8.14
	Promedio	23.13	13.59	8.12

Tabla N° 42
Porcentaje de variación dimensional de ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice

Tipo de muestra	Descripción	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
"Ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice"	Dimensión nominal (mm)	225.0	125.0	85.0
	Dimensión promedio (mm)	230.2	135.9	81.2
	Variación dimensional	-2.31%	-8.72%	4.47%

Figura N° 20

Gráfico de comparación de resultado de ensayo de variación dimensional del ladrillo ecológico con 50% de arena de sílice y variación dimensional determinado en la norma E.070



Nota: La variación dimensional respecto al ancho de los ladrillos supera el límite establecido en la norma E 0.70 sin embargo la variación es mínima y los demás valores de alto y largo están por debajo de los límites establecidos considerándose una unidad aceptable.

Los valores de -2.31 (largo), -8.72 (ancho) y 4.47 (alto), según la Norma E 0.70 los ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice se clasifican como ladrillos tipo I y II.

Ensayo de Alabeo

Tabla N° 43

Ensayo de alabeo de ladrillos ecológicos con 40% de arena de sílice

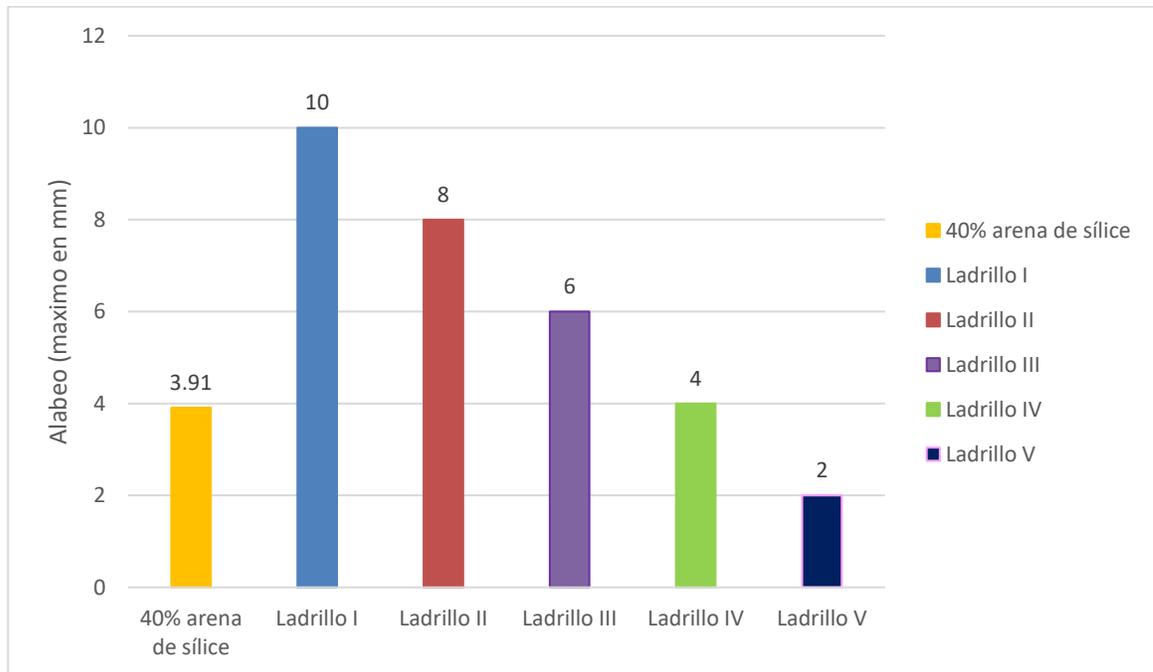
ENSAYO -01-ALABEO					
Tipo de muestra	Muestra	Cara	Diagonal	Flecha (mm)	Promedio
“Ladrillos ecológicos con 40% de arena de sílice”	M1-1	Cara 01	D1	5	4.50
			D2	4	
	M1-2	Cara 02	D1	5	3.00
			D2	1	
	M1-2	Cara 01	D1	3	2.25
			D2	1.5	
	M1-2	Cara 02	D1	3	1.50
			D2	0	

ENSAYO -01-ALABEO

Tipo de muestra	Muestra	Cara	Diagonal	Flecha (mm)	Promedio
	M1-3	Cara 01	D1	0	1.00
			D2	2	
	M1-4	Cara 02	D1	2	1.00
			D2	0	
	M1-5	Cara 01	D1	5	4.50
			D2	4	
	M1-6	Cara 02	D1	5	5.00
			D2	5	
	M1-7	Cara 01	D1	8	11.50
			D2	15	
	M1-8	Cara 02	D1	4	3.50
			D2	3	
	M1-9	Cara 01	D1	4	3.50
			D2	3	
	M1-10	Cara 02	D1	2	1.50
			D2	1	
	M1-11	Cara 01	D1	5	6.00
			D2	7	
	M1-12	Cara 02	D1	2	2.00
			D2	2	
	M1-13	Cara 01	D1	4	4.50
			D2	5	
	M1-14	Cara 02	D1	3	4.00
			D2	5	
	M1-15	Cara 01	D1	8	5.50
			D2	3	
	M1-16	Cara 02	D1	5	4.00
			D2	3	
	M1-17	Cara 01	D1	5	4.50
			D2	4	
	M1-18	Cara 02	D1	4	5.00
			D2	6	
	Promedio			3.91 mm	

Figura N° 21

Comparación de resultado de ensayo de alabeo del ladrillo ecológico con 40% de arena de sílice y alabeo determinado en la norma E.070



Los ladrillos con 40 % de arena de sílice, según la Norma E 0.70 se clasifica como ladrillos tipo I, II, III y IV.

Tabla N° 44

Ensayo de alabeo de ladrillos ecológicos con 45% de arena de sílice

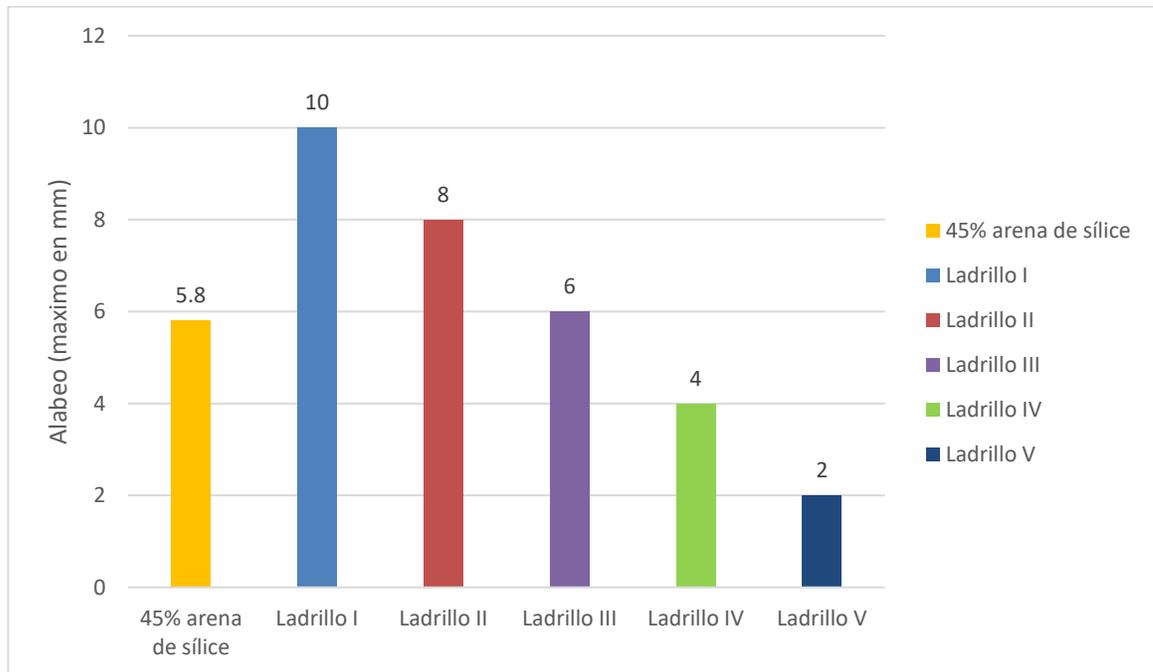
ENSAYO -02-ALABEO					
Tipo de muestra	Muestra	Cara	Diagonal	Flecha (mm)	Promedio
“Ladrillos ecológicos con 45% de arena de sílice”	M1-1	Cara 01	D1	5	4.50
			D2	4	
		Cara 02	D1	1	2.00
			D2	3	
	M1-2	Cara 01	D1	3	5.50
			D2	8	
		Cara 02	D1	4	4.50
			D2	5	

ENSAYO -02-ALABEO

Tipo de muestra	Muestra	Cara	Diagonal	Flecha (mm)	Promedio
	M1-3	Cara 01	D1	8	6.50
			D2	5	
	M1-4	Cara 02	D1	2	2.50
			D2	3	
	M1-5	Cara 01	D1	6	4.00
			D2	2	
	M1-6	Cara 02	D1	2	3.00
			D2	4	
	M1-7	Cara 01	D1	9	8.50
			D2	8	
	M1-8	Cara 02	D1	12	12.50
			D2	13	
	M1-9	Cara 01	D1	9	5.50
			D2	2	
	M1-10	Cara 02	D1	1	1.00
			D2	1	
	M1-11	Cara 01	D1	5	5.00
			D2	5	
	M1-12	Cara 02	D1	4	6.00
			D2	8	
	M1-13	Cara 01	D1	5	5.50
			D2	6	
	M1-14	Cara 02	D1	7	6.50
			D2	6	
	M1-15	Cara 01	D1	7	6.00
			D2	5	
	M1-16	Cara 02	D1	11	7.50
			D2	4	
	M1-17	Cara 01	D1	11	6.50
			D2	2	
	M1-18	Cara 02	D1	12	13.00
			D2	14	
Promedio				5.80	

Figura N° 22

Comparación de resultado de ensayo de alabeo del ladrillo ecológico con 45% de arena de sílice y alabeo determinado en la norma E.070



Los ladrillos con 45 % de arena de sílice, según la Norma E.070 se clasifica como ladrillos de tipo I, II y III.

Tabla N° 45

Ensayo de alabeo de ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice

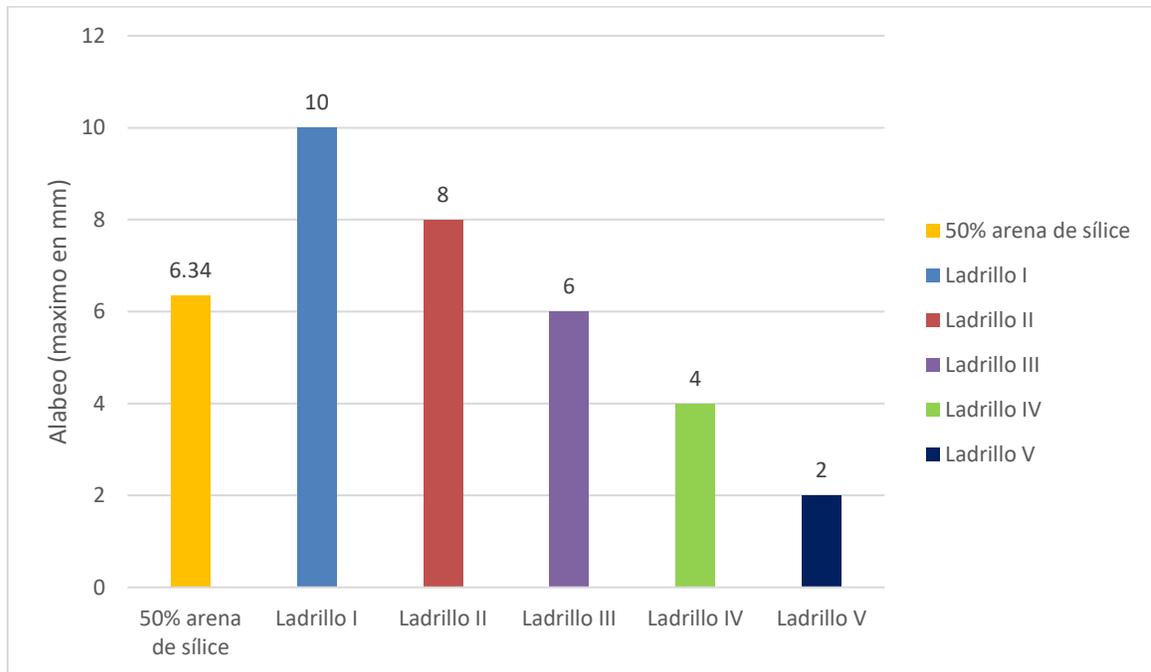
ENSAYO -03-ALABEO					
Tipo de muestra	Muestra	Cara	Diagonal	Flecha (mm)	Promedio
“Ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice”	M1-1	Cara 01	D1	1	3.00
			D2	5	
		Cara 02	D1	1	2.50
			D2	4	
	M1-2	Cara 01	D1	8	6.50
			D2	5	
		Cara 02	D1	6	9.50
			D2	13	

ENSAYO -03-ALABEO

Tipo de muestra	Muestra	Cara	Diagonal	Flecha (mm)	Promedio
“Ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice”	M1-3	Cara 01	D1	8.5	6.25
			D2	4	
	M1-4	Cara 01	D1	15	14.50
			D2	14	
	M1-5	Cara 01	D1	8	8.00
			D2	8	
	M1-6	Cara 01	D1	6	7.00
			D2	8	
	M1-7	Cara 01	D1	1	2.50
			D2	4	
	M1-8	Cara 01	D1	12	12.50
			D2	13	
	M1-9	Cara 01	D1	2	3.50
			D2	5	
	M1-10	Cara 01	D1	15	16.00
			D2	17	
	M1-11	Cara 01	D1	3	4.50
			D2	6	
	M1-12	Cara 01	D1	1	3.00
			D2	5	
M1-13	Cara 01	D1	4	2.50	
		D2	1		
M1-14	Cara 01	D1	3	6.00	
		D2	9		
M1-15	Cara 01	D1	0	4.50	
		D2	9		
M1-16	Cara 01	D1	4	5.00	
		D2	6		
M1-17	Cara 01	D1	5	4.50	
		D2	4		
M1-18	Cara 01	D1	4	5.00	
		D2	6		
Promedio				6.34	

Figura N° 23

Comparación de resultado de ensayo de alabeo del ladrillo ecológico con 50% de arena de sílice y alabeo determinado en la norma E.070



Los ladrillos con 50 % de arena de sílice, según la Norma E 0.70 se clasifica como ladrillos tipo I y II.

Ensayos no clasificatorios de las unidades de albañilería

Absorción

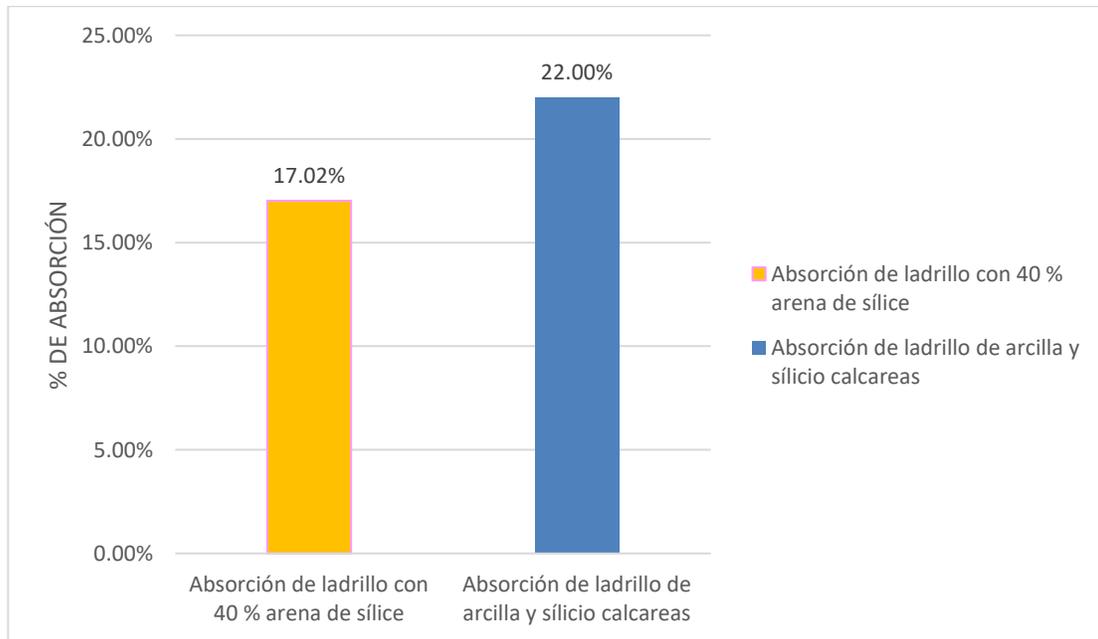
Tabla N° 46

Ensayo de absorción de ladrillos ecológicos con 40% de arena de sílice

ID	Muestra	Ws (gr)	Wh (gr)	%Absorción
Ladrillos ecológicos con 40% de arena de sílice	M1-6	3468.70	4010.60	15.62
	M1-7	3466.30	4036.40	16.45
	M1-8	3385.70	3988.90	17.82
	M1-9	3338.90	3941.10	18.04
	M1-10	3479.30	4077.00	17.18
Absorción promedio				17.02

Figura N° 24

Comparación de resultado de ensayo de absorción del ladrillo ecológico con 40% de arena de sílice y alabeo determinado en la norma E.070



Los ladrillos con 40 % de arena de sílice, según la Norma E 0.70 no tiene una absorción mayor a 22%.

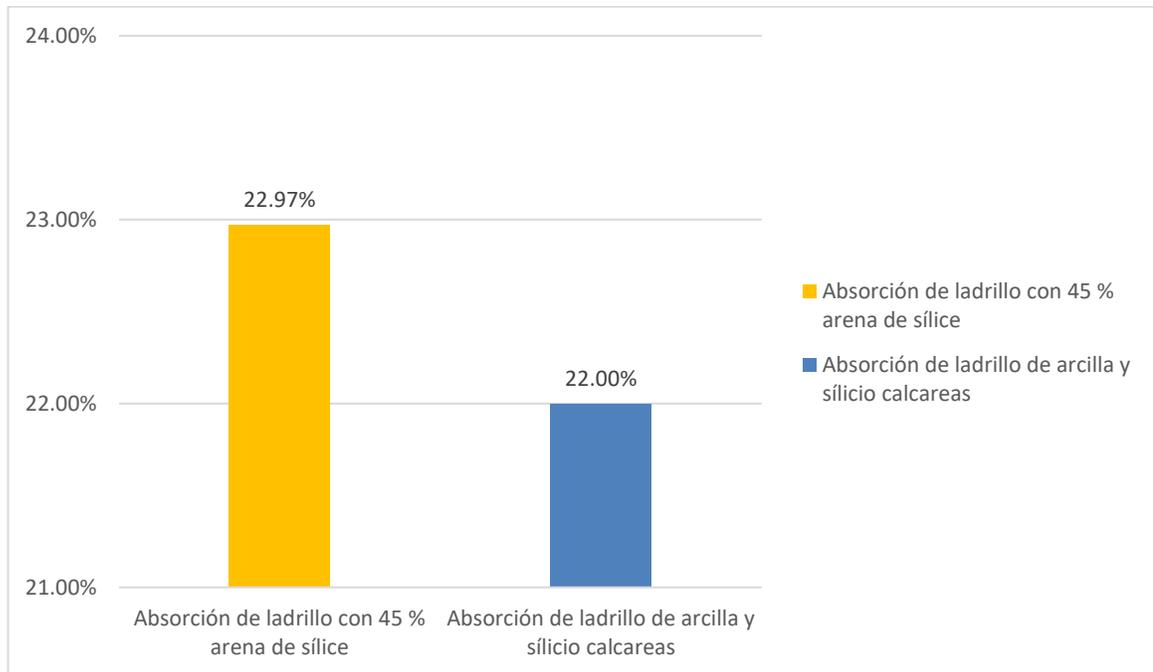
Tabla N° 47

Ensayo de absorción de ladrillos ecológicos con 45% de arena de sílice

ID	Muestra	Ws (gr)	Wh (gr)	%Absorción
Ladrillos ecológicos con 45% de arena de sílice	M2-6	3101.90	3812.60	22.91
	M2-7	3153.70	3899.70	23.65
	M2-8	3263.40	3928.00	20.37
	M2-9	3241.90	3929.10	21.20
	M2-10	3074.50	3895.90	26.72
Absorción promedio				22.97

Figura N° 25

Comparación de resultado de ensayo de absorción del ladrillo ecológico con 45% de arena de sílice y absorción determinado en la norma E.070



Los ladrillos con 45% de arena de sílice, según la Norma E 0.70 tiene una absorción ligeramente mayor a 22%.

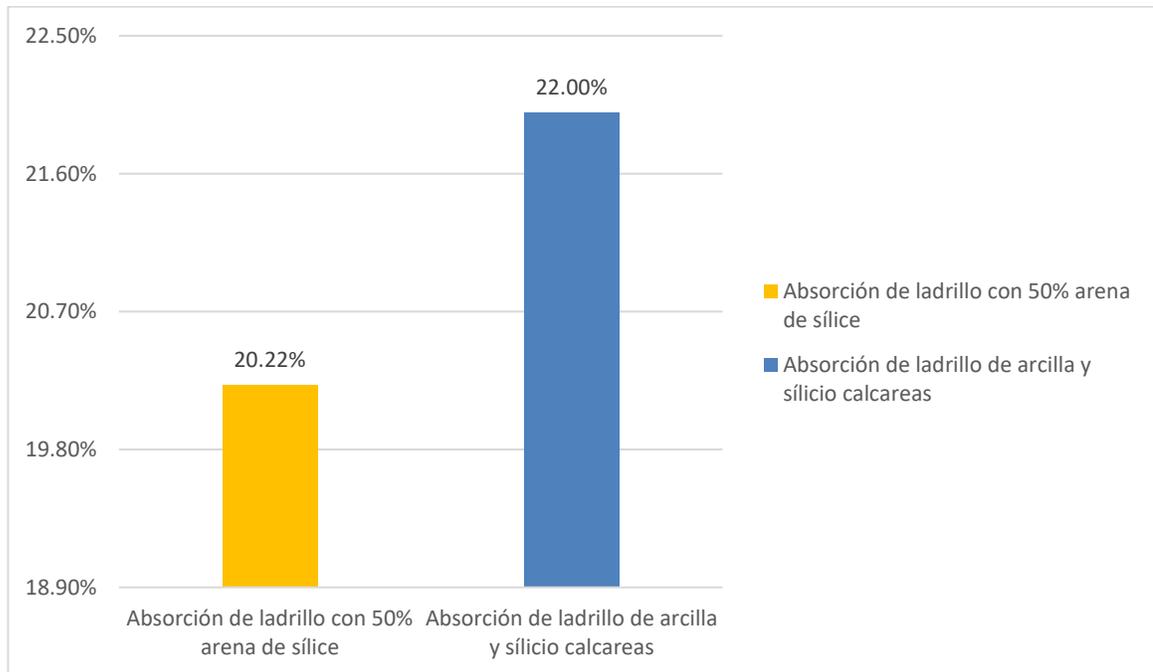
Tabla N° 48

Ensayo de absorción de ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice

ID	Muestra	Ws (gr)	Wh (gr)	%Absorción
Ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice	M3-6	3375.20	4003.10	18.60
	M3-7	3256.00	3995.60	22.71
	M3-8	3302.10	3965.00	20.08
	M3-9	3334.00	3975.60	19.24
	M3-10	3355.70	4043.20	20.49
Absorción promedio				20.22

Figura N° 26

Comparación de resultado de ensayo de absorción del ladrillo ecológico con 50% de arena de sílice y absorción determinado en la norma E.070



Los ladrillos con 50% de arena de sílice según la Norma E 0.70 tiene una absorción menor a 22%.

Succión

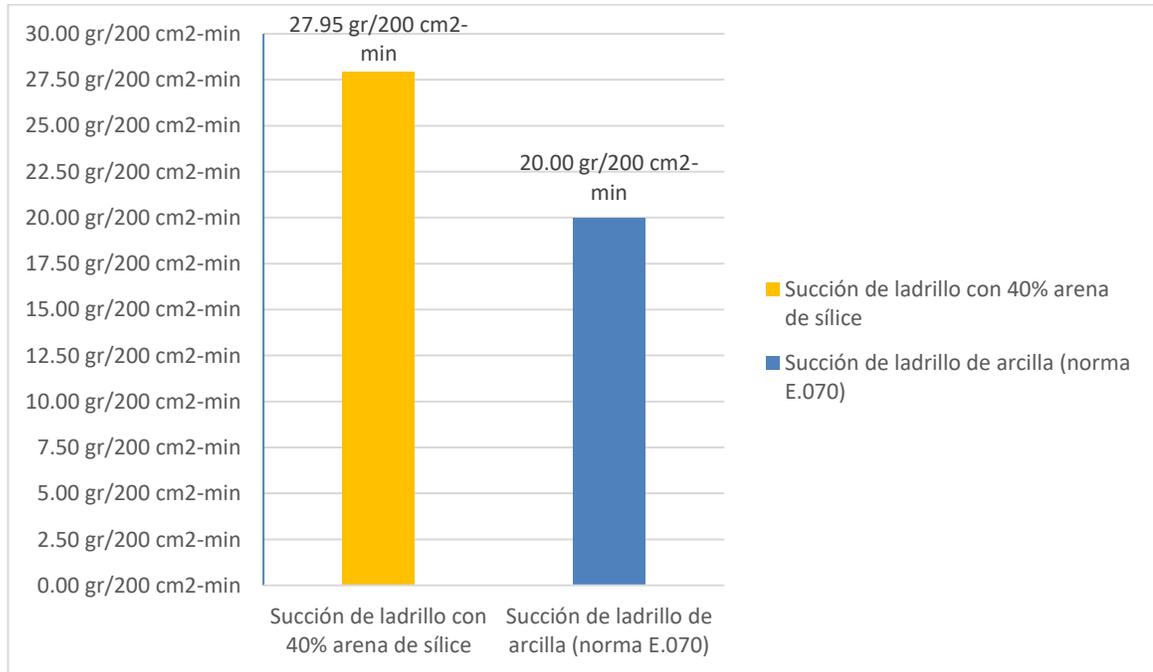
Tabla N° 49

Ensayo de succión de ladrillos ecológicos con 40% de arena de sílice

ID	Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Ps (gr)	Pm (gr)	Succión (gr/cm ²)
	M1-6	23.07	13.64	314.67	3532.20	3583.10	32.35
Ladrillos ecológicos con 40% de arena de sílice	M1-7	22.98	13.63	313.22	3569.80	3608.60	24.77
	M1-8	22.94	13.45	308.54	3492.40	3528.10	23.14
	M1-9	22.92	13.45	308.27	3543.20	3587.60	28.81
	M1-10	23.16	13.39	310.11	3516.80	3564.40	30.70
Succión promedio				27.95 gr/200 cm²-min			

Figura N° 27

Comparación de resultado de ensayo de succión del ladrillo ecológico con 40 % de arena de sílice y succión determinado en la norma E.070



Los ladrillos con 40% de arena de sílice según la Norma E 0.70 tiene una succión mayor a 20.00 gr/200 cm²-min.

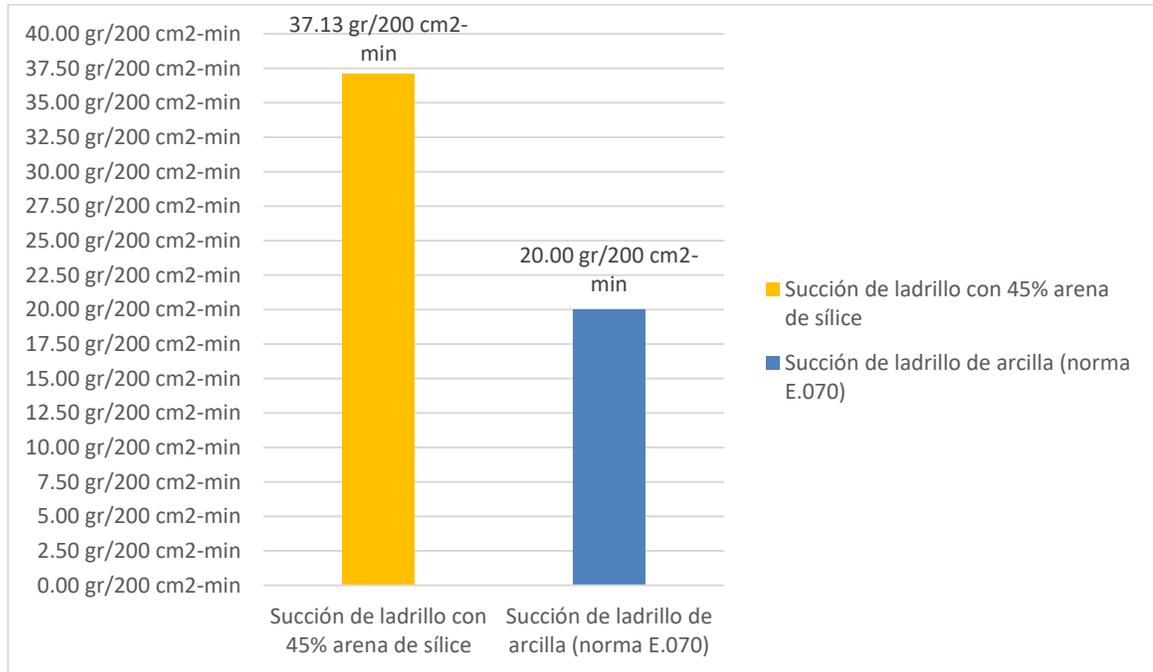
Tabla N° 50

Ensayo de succión de ladrillos ecológicos con 45% de arena de sílice

ID	Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Ps (gr)	Pm (gr)	Succión (gr/cm ²)
	M2-6	22.90	13.50	309.15	3232.00	3292.70	39.27
Ladrillos ecológicos con 45% de arena de sílice	M2-7	23.09	13.43	310.10	3273.80	3319.70	29.60
	M2-8	23.07	13.55	312.60	3273.90	3354.30	51.44
	M2-9	23.16	13.45	311.50	3297.40	3347.70	32.30
	M2-10	22.98	13.64	313.45	3261.20	3313.00	33.05
Succión promedio				37.13 gr/200 cm²-min			

Figura N° 28

Comparación de resultado de ensayo de succión del ladrillo ecológico con 45% de arena de sílice y succión determinado en la norma E.070



Los ladrillos con 45% de arena de sílice, según la Norma E 0.70 tiene una succión mayor a 20.00 gr/200 cm²-min.

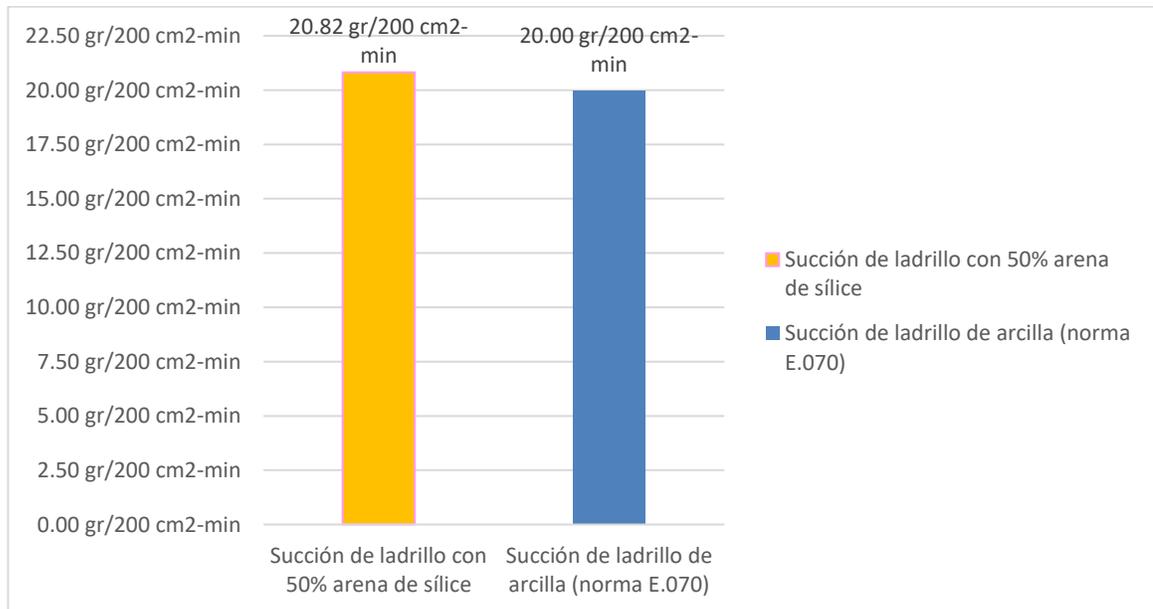
Tabla N° 51

Ensayo de succión de ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice

ID	Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Ps (gr)	Pm (gr)	Succión (gr/cm ²)
	M3-6	23.00	13.53	311.19	3482.30	3547.10	41.65
Ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice	M3-7	23.22	13.66	317.19	3660.00	3681.00	13.24
	M3-8	22.94	13.67	313.59	3407.60	3470.20	39.92
	M3-9	23.19	13.70	317.70	3724.10	3730.30	3.90
	M3-10	23.12	13.43	310.50	3546.70	3555.10	5.41
Succión promedio				20.82 gr/200 cm²-min			

Figura N° 29

Comparación de resultado de ensayo de succión del ladrillo ecológico con 50% de arena de sílice y succión determinado en la norma E.070



Los ladrillos con 50% de arena de sílice, según la Norma E 0.70 tiene una succión ligeramente mayor a 20.00 gr/200 cm²-min.

Ensayos de resistencia a compresión de ladrillos ecológicos

Los ladrillos ecológicos al 40%, 45% y 50% de arena de sílice ha sido ensayados a los 28 días de ser fabricados, para ello se ha codificado cada unidad y los valores se muestran en las tablas siguientes.

Tabla N° 52

Resistencia a compresión de ladrillos ecológicos con 40% de arena de sílice

ID	Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Carga Pu (kg)	f'c
Ladrillos ecológicos con 40% de arena de sílice	M1-1	22.90	13.5	8.21	309.15	10415	33.69
	M1-2	22.80	13.3	8.25	303.24	11091	36.57
	M1-3	22.88	13.6	8.22	311.17	12451	40.01
	M1-4	22.84	13.2	8.12	301.49	12807	42.48
	M1-5	22.86	13.5	8.28	308.61	10823	35.07
Resistencia promedio (f'b prom)							37.57
Desviación estándar							3.62
Resistencia característica (f'c en kg/cm²)							33.95

Tabla N° 53

Resistencia a compresión de ladrillos ecológicos con 45% de arena de sílice

ID	Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Carga Pu (kg)	f'c
Ladrillos ecológicos con 45% de arena de sílice	M2-1	22.93	13.14	8.18	301.30	12692	42.12
	M2-2	22.85	13.35	8.18	305.05	12568	41.20
	M2-3	22.60	13.44	8.07	303.74	11340	37.33
	M2-4	23.00	13.28	8.26	305.44	14783	48.40
	M2-5	22.99	13.24	8.25	304.39	13102	43.04
Resistencia promedio (f'b prom)							42.42
Desviación estándar							3.99
Resistencia característica (f'c en kg/cm²)							38.43

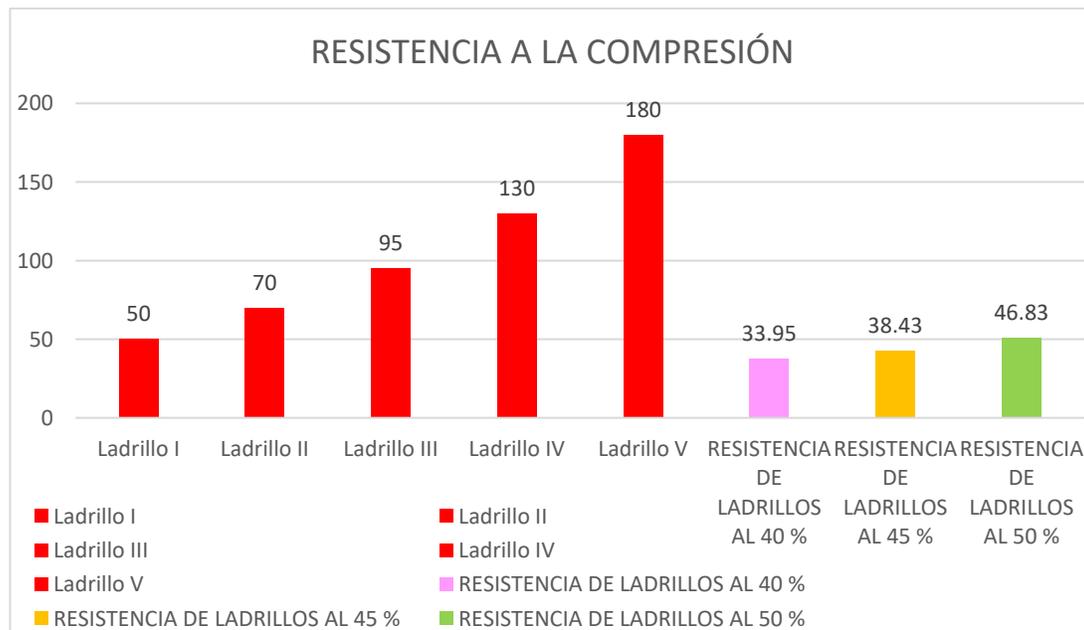
Tabla N° 54

Resistencia a compresión de ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice

ID	Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Carga Pu (kg)	f'c
Ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice	M3-1	23.19	13.4	8.30	310.75	14034	45.16
	M3-2	23.23	13.58	8.08	315.46	15463	49.02
	M3-3	22.95	13.5	8.03	309.83	17315	55.89
	M3-4	22.96	13.5	8.05	309.96	16191	52.24
	M3-5	22.96	13.5	8.10	309.96	16066	51.83
Resistencia promedio (f' b prom)							50.83
Desviación estándar							4.00
Resistencia característica (f' c en kg/cm²)							46.83

Figura N° 30

Comparación de resultado de ensayo de resistencia a la compresión de ladrillos ecológico de arena de sílice y datos de resistencia a la compresión determinados en la norma E.070



Nota: Los datos de tipos de ladrillos y su resistencia ha sido tomados de la norma E 0.70, mientras que los demás datos son los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Limitaciones

Durante el desarrollo de la investigación se han presentado una limitación en cuanto a la revisión de la literatura científica debido a que solamente se ha encontrado una investigación similar en la que realizan elaboración de ladrillos ecológicos con uso de arena de sílice y dentro de la Ciudad de Cajamarca no existen investigaciones sobre el uso de la arena de sílice en la fabricación de ladrillos.

Otra de las limitaciones que se ha presentado fue durante la obtención del agregado “arena de sílice” debido a que los pobladores no brindaban las facilidades para poder realizar las calicatas.

La limitación también es que la investigación solo se centró en la norma E.070 para realizar el análisis de los resultados.

Discusión

Se fabricaron ladrillos ecológicos con 40%, 45% y 50% de arena de sílice sin la necesidad de realizar ningún tipo de combustión aportando a una construcción sostenible como lo manifiesta Du Plessis (2002) en su investigación indicando que es viable el desarrollo de una construcción sostenible que es el proceso holístico que busca restaurar y mantener la armonía entre el ambiente natural y el sistema construido.

Los valores obtenidos en el ensayo de variación dimensional de los ladrillos ecológicos al 40% de arena de sílice (-2.31%, -8.32% y 3.41%), 45% (-2.31%, -7.84% y 3.76%) y 50% (-2.31%, -8.72% y 4.47%) nos indican que van a tener un junta mayor a los indicado en la norma E. 070 (10mm -15 mm) debido a que el ancho del ladrillo tiene una variación dimensional superior a lo establecido en la norma E. 070 concordando con el estudio de Guevara, G. (2015) quien nos

manifiesta que cuando se tiene una variación dimensional superior a los establecido en la norma se tendrá un espesor de la junta mayor y menor resistencia a la compresión.

De acuerdo con la norma NTP 399.613., el alabeo suele ser mayor en los ladrillos que se han hecho de forma artesanal y dicho desgaste indica la importancia que se le ha dado al diseño del ladrillo, nuestros valores de alabeo de los ladrillos ecológicos nos indica que durante la elaboración de estos se ha tomado los controles de calidad ya que los resultados para este ensayo se encuentran por debajo de los límites establecidos en la norma E 0.70, así mismo, también se hace referencia que a mayor el porcentaje de arena de sílice el alabeo aumenta.

Los ladrillos ecológicos con 40%, 50% de arena de sílice no han presentado un alto índice porosidad debido a que el índice máximo de absorción está por debajo de 22% lo que concuerda con el estudio Paullo, A. (2017) quien hace mención que si una unidad tiene un alto índice de absorción será más porosa, por ende, menos resistente al intemperismo, las unidades de 45% de arena de sílice supera el límite (22.97%) establecido en la norma E 0.70 dando a entender que dichas unidades son más porosas y poco resistentes al intemperismo, provocando que el muro tenga una disminución en su resistencia.

Los ladrillos ecológicos con arena de sílice tanto de 40%, 45% y 50% presentan una succión superior a lo establecido en la norma E 0.70 el cual nos indica que la succión de los ladrillos de arcilla debe estar comprendido entre los 10 y 20 gr/cm² – min, debido a que los valores de succión de los ladrillos ecológicos con 40%, 45% y 50% de arena de sílice son superiores se necesita realizar un regado con agua antes de ser asentados concordando con el estudio de Limay, E. & Vásquez (2019) que mencionan que todos los valores de succión comprendidos entre 27.83 hasta 132.0 gr/cm² – min es necesario realizar el riego con agua antes de ser asentados.

Carrasco y Tinoco (2018) en su tesis titulada “Elaboración de ladrillos ecológicos a partir de arena de sílice y arcillas mixtas procedentes de la Compañía Minera Sierra Central S.A.C.

Chacapalpa / Oroya – Yauli – Junín”. manifiesta que la elaboración de los ladrillos ecológicos a base de arena de sílice y arcillas mixtas, si es factible, por presentar mejores características que el ladrillo convencional, por otro lado, Cahuaya (2022) en su tesis titulada “Ladrillos crudos de arcilla - sílice y la mejora de propiedades mecánicas de la albañilería en el distrito de Huancayo”, afirma que se llegó a la conclusión de que al adicionar arena de sílice en un 50%, hubo una mejora considerable en cuanto a sus propiedades físico - mecánicas: como resultados el ladrillo crudo de arcilla – sílice obtuvo un f^b de: 50.18 kg/cm^2 , coincidiendo con nuestro estudio donde se evidencia que los ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice presentan mejores resultados de resistencia a la compresión obteniendo como resistencia máxima 55.89 kg/cm^2 y como resistencia promedio de 5 unidades 50.83 kg/cm^2 .

En cuanto a nuestros resultados de resistencia a la compresión los ladrillos ecológicos de arena de sílice al 50% han presentado los mejores resultados respecto a los de 40% y 45%, verificando según los ensayos de laboratorio y los resultados plasmados que al aumentar el porcentaje de arena de sílice la resistencia a la compresión va aumentando.

Implicancias

Desde el punto de vista teórico la presente investigación tuvo como implicancia el uso de teorías impuestas en la norma E.070 “Albañilería” las mismas que sirvieron para clasificar los ladrillos ecológicos elaborados.

Para la elaboración de ladrillos ecológicos se debe tamizar la arena de sílice para eliminar microbloques los cuales pueden afectar las propiedades físico – mecánicas de los ladrillos ecológicos.

Desde el punto de vista práctico se considera como implicancia que al mantener el porcentaje de estabilizante y aumentar el porcentaje de arena de sílice (40%, 45% y 50%) mejora la propiedad de resistencia a la compresión del ladrillo ecológico.

Otras de las implicancias prácticas de la investigación es que se ha contribuido con la conservación del medio ambiente debido a que se han elaborado ladrillos ecológicos con 40%, 45% y 50% de arena de sílice sin la necesidad de realizar ningún tipo de combustión.

El secado de las unidades en un ambiente bajo techo con buena iluminación permite un secado eficaz teniendo en cuenta temperaturas con radiación solar, al tener temperaturas sin radiación solar o cambios bruscos en el ambiente el secado de las unidades es ineficiente causando cambios de los parámetros físicos de los ladrillos ecológicos, los cambios de temperatura que se presentan en el ambiente en la etapa de secado se presentan cambios en las dimensiones originales al producirse el fenómeno de contracción, y de realizarse un secado rápido se produciría agrietamientos que disminuirían la resistencia de la unidad.

Desde el punto de vista académico los resultados de la presente investigación servirán como guía para futuras investigaciones con la finalidad de lograr una construcción sostenible mediante el uso de ladrillos ecológicos.

Se recomienda realizar futuras investigaciones de elaboración de ladrillos ecológicos con porcentajes mayores a los utilizados en la investigación para determinar el aumento o disminución de la resistencia a la compresión de los ladrillos ecológicos.

Conclusiones

- Se concluye que al adicionar 40%, 45% y 50 % de arena sílice a los ladrillos ecológicos no aumenta más de 10% la resistencia a compresión respecto a los valores establecidos del ladrillo tipo I en la norma E070 rechazando la hipótesis planteada. (las unidades con

40% disminuye en un 32.10% respecto al ladrillo tipo I, las unidades con 45% disminuye en 23.14 % respecto al ladrillo tipo I y las unidades con 50% disminuye en 6.34% respecto a la resistencia del ladrillo tipo I)

- Se elaboraron un total de 84 ladrillos ecológicos adicionando 40%,45% y 50% de arena de sílice procedentes de los alrededores del centro poblado Santa Bárbara – Baños del Inca – Cajamarca.
- Se realizaron ensayos de variación dimensional, alabeo, absorción y succión obteniendo los siguientes resultados:

- Los ladrillos ecológicos con 40% de arena de sílice presentan una variación dimensional de -2.31% de largo, -8.32% de ancho y 3.41% de alto, los ladrillos ecológicos con 45% de arena de sílice presentan una variación dimensional de -2.31% de largo, -7.84% de ancho y 3.76% de alto, los ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice presentan una variación dimensional de -2.31% de largo, -8.72% de ancho y 4.47% de alto
- Alabeo de 3.91 para los ladrillos ecológicos con 40% de arena de sílice, 5.80 en ladrillos con 45% de arena de sílice y 6.34 en ladrillos con 50% de arena de sílice.
- El porcentaje de absorción de los ladrillos ecológicos con 40%, 45% y 50% de arena de sílice fueron de 17.02%, 22.97% y 20.22% respectivamente.
- La succión promedio de los ladrillos ecológicos con 40%, 45% y 50% de arena de sílice fueron de 27.95 gr/200 cm²-min, 37.13 gr/200 cm²-min, 20.82 gr/200 cm²-min.

- Se determinó que la resistencia a compresión promedio de ladrillos ecológicos a 28 días adicionando arena de sílice al 40% en volumen es de 37.57 kg/cm² y la resistencia característica es de 33.95 kg/cm².
- Se determinó que la resistencia a compresión promedio de ladrillos ecológicos a 28 días adicionando arena de sílice al 45% en volumen es de 42.42 kg/cm² y la resistencia característica es de 38.43 kg/cm².
- Se determinó que la resistencia a compresión promedio de ladrillos ecológicos a 28 días adicionando arena de sílice al 50% en volumen es de 50.83 kg/cm² y la resistencia característica es de 46.83 kg/cm².

REFERENCIAS

- Álvarez, A. & Sosa, J. (2020) *Mejoramiento de las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso de alta plasticidad del Caserío Bello Horizonte, distrito de Curimaná, departamento de Ucayali, adicionando pet reciclado*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Facultad de ingeniería.
- Borja, M. (2016) *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo, Perú.: s.n., 2016
- Cabo, M. (2011) *Ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción*. Universidad Pública de Navarra, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Ekaina – España
- Cahuaya, J. (2022) *Ladrillos crudos de arcilla - sílice y la mejora de propiedades mecánicas de la albañilería en el distrito de Huancayo*. Universidad Peruana Los Andes, Facultad De Ingeniería, Escuela Profesional De Ingeniería Civil, Huancayo, Perú.
- Caiza, K. (2017) *Estudio comparativo de la resistencia a compresión entre el hormigón ($f'c = 240$ kg/cm²), hormigón con adición de microsílíce y hormigón con adición de ceniza de cáscara de trigo utilizando agregados pertenecientes a la planta de trituración “Jaime vaca” Del Cantón Tena de la provincia del Napo*. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Ambato, Ecuador.
- Cardona, G. (s/f) *cemento*. Construcción I, recopilado de: <https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2018/05/CEMENTO.pdf>
- Carrasco, E. y Tinoco, D. (2018) *Elaboración de ladrillos ecológicos a partir de arena de sílice y arcillas mixtas procedentes de la Compañía Minera Sierra Central S.A.C.*

Chacapalpa/Oroya – Yauli – Junín. Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Metalúrgica y de Materiales. Perú.

Ceppi, H. (1892). *El Ladrillo*. Anales Del Instituto De Ingenieros De Chile, (12), Pág. 562–574, 1 lám. Recuperado a partir de <https://revistas.uchile.cl/index.php/AICH/article/view/30417>

Cubas, W. (2014). *Impacto ambiental de las ladrilleras ubicadas en Santa Bárbara-Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, Cajamarca, Perú

Di Marco & León (2017). *Ladrillos con adición de PET*. 5to Simposio Internacional de Investigación en Ciencias Económicas, Administrativas y Contables - Sociedad y Desarrollo y 1er Encuentro Internacional de estudiantes de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables. Bogotá – Colombia

Du Plessis, C. (2002) *Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries*. Publicado por The CSIR Building and Construction Technology Pretoria. Sud Africa.

FERREX. (2018). Recuperado el 2023 de enero 2023, de: <http://www.materialesdeconstruccion.com.mx/productos-agregados.php>

Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). *Albañilería estructural*. Lima: Fondo Editorial PUCP.

Gareca, M., Andrade, M., Pool, D., Barrón, F. y Villarpando, H. (2020). *Nuevo material sustentable: ladrillos ecológicos a base de residuos inorgánicos*. Revista De Ciencia, Tecnología E Innovación, 18(21), 25-61. Recuperado a partir de <http://revistas.usfx.bo/index.php/rcti/article/view/366>, Sucre: Bolivia

- Guevara, G. (2015). *Influencia del periodo de exposición al agua en la resistencia a compresión (F'M) de pilas de albañilería fabricadas con ladrillo artesanal*. Tesis de licenciatura. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/7243>
- González, K., Sánchez, R., Pita, D. Pérez., (2019) “*Caracterización de las propiedades mecánicas de un ladrillo no estructural de tierra como soporte de material vegetal en muros verdes*”, Ingeniería Investigación y Tecnología, pp.2-9, Octubre 2019. DOI: 10.22201/fi.25940732e.2019.20n3.030.
- IPCC. (2022) *Cambio Climático 2022: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Sexto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático*. Prensa de la Universidad de Cambridge.
- Limay, E. O., & Vásquez, H. U. (2019). *Resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de Ichu (Stipa Ichu)*. (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/21089>
- Martínez , A., & Cote, M. (2014). *Diseño y Fabricación de Ladrillo Reutilizando Materiales a Base de PET*. Inge Cuc, 10, 176-180.
- Mendoza, L. (2018). *Evaluación de ladrillo ecológico machihembrado en resistencia, costo y rendimiento para su aplicación en viviendas económicas Huacrachuco 2017*. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/13431>
- Miranda, L., Neira, E., Torres, R., & Valdivia, R. (2018). *La construcción sostenible en el Perú*. economía&sociedad, 95, 38-47.

Norma ASTM D421 (2002) *Standard Practice for Dry Preparation of Soil Samples for Particle-Size Analysis and Determination of Soil Constants*, ASTM International

Norma ASTM D4318 (2000) *Los métodos estándar de ensayo para Límite Líquido, Límite de plástico, y el índice de plasticidad de los suelos*. ASTM International.

Norma E.070 (2017) *Albañilería*, Ministerio de Vivienda Saneamiento y Construcción. Perú.

Norma IRAM 1516 (2019) *cales para construcción: definiciones*, Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Buenos Aires: Argentina

Norma Técnica Peruana NTP 331.017 (2015) *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos. 2ª edición: Lima, Perú*

Norma Técnica Peruana PNTP 399.613 (2017) *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. 2ª edición: Lima, Perú.*

Norma Técnica Peruana PNTP 399.604 (2002) *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. 1ª edición: Lima, Perú.*

Norma Técnica Peruana NTP 339.127 (2019) *SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1ª edición: Lima, Perú*

Oblitas, J. (2018) *Guía de investigación científica 2018*. Cajamarca, Perú. Facultad de ingeniería; Universidad Privada del Norte. V(2).

Paullo, A. (2017) *Influencia de la adición de arena en la variabilidad dimensional y resistencia a la compresión del ladrillo King - Kong de 18 huecos, en la fabricación de la unidad de albañilería en la ladrillera “el mirador s.a.c”. primera etapa s/n c.c. sucllo aucaylle*

distrito de san jerónimo provincia y región de cusco 2017”, Universidad Alas Peruanas, Facultad De Ingeniería Y Arquitectura. Cusco: Perú.

Real Academia Española (1 de enero de 2023) *El agua*. <https://dle.rae.es/diccionario>

Revista Martell (2018) *Ocre Rojo Martell, Línea Construcción, recopilado de* <https://www.martellsac.com.pe/wp-content/uploads/2018/07/F.T.-Ocre-Martell.pdf>

San Bartolomé, Á. (1994). *Construcciones de Albañilería*. Lima: Perú.

Sánchez-Bernal, R., Pita-Castañeda, D., González-Velandia, K., & Hormaza-Verdugo, J. (2019). *Análisis de mezclas de residuos sólidos orgánicos empleadas en la fabricación de ladrillos ecológicos no estructurales*. *Revista De Ciencias Ambientales*, 53(1), 23-44. <https://doi.org/10.15359/rca.53-1.2>

Ureña, M. y Caiza, K. (2017) *Estudio comparativo de la resistencia a compresión entre el hormigón ($f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$), hormigón con adición de microsílice y hormigón con adición de ceniza de cáscara de trigo utilizando agregados pertenecientes a la planta de trituración “Jaime vaca” del cantón tena de la provincia del napo*. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil. Ecuador

Villaquirán, M., Hernández, E., Agudelo, K., Arias, J., Viera, M. y Carvajal, D. (2021). *Evaluación del desempeño térmico de ladrillos ecoamigables con incorporación de residuos de mullita*. Cali: Colombia recopilado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612021000100025

ANEXOS

Anexo 1

Elaboración de la calicata N°1



Anexo 2

Preparación de las muestras para elaborar contenido de humedad de la tierra



Anexo 3

Preparación de las muestras para elaborar el contenido de humedad de arena de sílice



Anexo 4

Recipiente T1, T2 y T3 + Suelo seco para contenido de humedad 40 % de arena de sílice



Anexo 3

Recipiente T2 +Suelo seco para contenido de humedad 45 % de arena de sílice



Anexo 4

Recipiente T1,T2 y T3 +Suelo seco para contenido de humedad 50 % de arena de sílice



Anexo 5

Instrumentos utilizados para el ensayo de limite liquido



Anexo 6

Recipiente T1,T2 y T3 +Suelo seco para limite liquido 40 % de arena de sílice



Anexo 7

Ensayo de granulometría por lavado (muestras de arena de sílice y tierra)



Anexo 8

Colocación de muestras en el horno y tamizado de muestras



Anexo 9

Ensayo de peso específico



Anexo 10

Peso de la fiola + agua + muestra seca (M1-M2) para el peso específico del material con 45% de arena de sílice



Anexo 13

Materiales y herramientas para la elaboración de ladrillos



Anexo 14

Colocación de la mezcla en la máquina para realizar ladrillos y enraamiento de la mezcla en el molde del ladrillo.



Anexo 11

Curado de ladrillos con 40 %, 45 % y 50 % de arena de sílice



Anexo 12

Identificación de las muestras de ladrillos



Anexo 13

Ensayo de variación dimensional y alabeo del ladrillo



Anexo 14

Peso seco de los ladrillos con 40% de arena de sílice para el ensayo de absorción



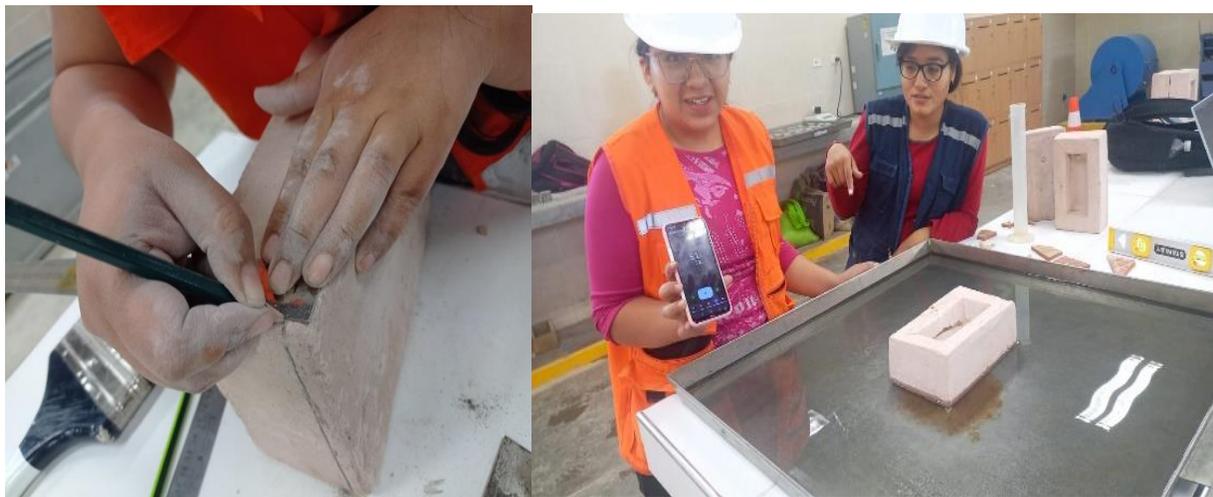
Anexo 15

Peso húmedo de los ladrillos con 40% de arena de sílice para el ensayo de absorción



Anexo 16

Ensayo de succión



Anexo 17

Peso húmedo de los ladrillos con 40% de arena de sílice para el ensayo de succión



Anexo 18

Refractado de los ladrillos



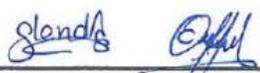
Anexo 19

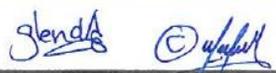
Ensayo a compresión de los ladrillos

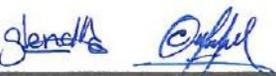


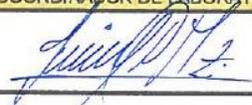
Anexo 20

Protocolos de contenido de humedad

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
ENSAYO:		CONTENIDO DE HUMEDAD				
NORMA:		MTC E108 / ASTM D2216 / NPT339.127				
TESIS:		ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SILICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA				
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	ARENA DE SILICE			
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	BLANCO			
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN			
FECHA DE ENSAYO:	4/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE			
<u>Temperatura de Secado</u>			<u>Método</u>			
60°C / 110°C / Ambiente			Horno 110 ± 5°C			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	
A	Identificación del recipiente o tara		T1	T2	T3	
B	Peso del Recipiente	gr	36.80	45.00	33.30	
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	136.80	145.00	133.30	
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	133.50	141.90	130.40	
E	Peso del Agua (Ww) C - D	gr	3.30	3.10	2.90	
F	Peso del Suelo Seco (Ws) D - B	gr	96.70	96.90	97.10	
W%	Porcentaje de Humedad (E/F)*100	%	3.41	3.20	2.99	
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	3.20			
$(W\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$						
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR		
						
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana - Rimarachin Olivera Maria Clementina.		APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis		APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eryln Giordany		
FECHA: 04/11/2022		FECHA: 14/12/2022		FECHA:		

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
	PROCOLO				
	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD			
	NORMA:	MTC E108 / ASTM D2216 / NPT339.127			
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA				
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	TIERRA		
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	MARRON		
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN		
FECHA DE ENSAYO:	4/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE		
Temperatura de Secado		Método			
60°C / 110°C / Ambiente		Homo 110 ± 5°C			
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o tara		T1	T2	T3
B	Peso del Recipiente	gr	27.50	27.30	27.00
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	127.50	127.30	127.00
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	122.80	122.30	121.90
E	Peso del Agua (Ww) C - D	gr	4.70	5.00	5.10
F	Peso del Suelo Seco (Ws) D - B	gr	95.30	95.00	94.90
W%	Porcentaje de Humedad (E/F)*100	%	4.93	5.26	5.37
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	5.19		
$(W\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$					
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
					
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana - Rimarachin Olivera Maria Clementina.		APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis		APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eriyn Giordany	
FECHA: 04/11/2022		FECHA: 14/12/2022		FECHA:	

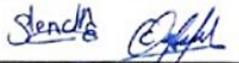
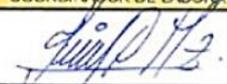
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
		PROTOCOLO ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD			
NORMA:		MTC E108 / ASTM D2216 / NPT339.127			
TESIS:		ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA			
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:		AGREGADO DE LADRILLOS 40%	
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:		PLOMO	
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:		BRINGAS - RIMARACHIN	
FECHA DE ENSAYO:	22/11/2022	REVISADO POR:		HOYOS MARTINEZ, JORGE	
<u>Temperatura de Secado</u> 60°C / 110°C / Ambiente			<u>Método</u> Homo 110 ± 5°C		
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o tara		T1	T2	T3
B	Peso del Recipiente	gr	27.71	26.80	23.93
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	127.71	126.80	126.93
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	125.23	125.46	123.36
E	Peso del Agua (Ww) C - D	gr	2.48	1.34	3.57
F	Peso del Suelo Seco (Ws) D - B	gr	97.52	98.66	99.43
W%	Porcentaje de Humedad (E/F)*100	%	2.54	1.36	3.59
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	2.50		
$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$					
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
					
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana - Rimarachin Olivera Maria Clementina.		APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martínez, Jorge Luis		APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eryn Giordany	
FECHA: 22/11/2022		FECHA: 14/12/2022		FECHA:	

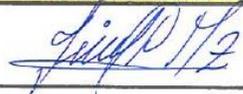
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:		CONTENIDO DE HUMEDAD			
NORMA:		MTC E108 / ASTM D2216 / NPT339.127			
TESIS:		ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLOGICOS A PARTIR DE ARENA DE SILICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA			
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO DE LADRILLOS 45%		
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	PLOMO		
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN		
FECHA DE ENSAYO:	22/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE		
<u>Temperatura de Secado</u>		<u>Método</u>			
60°C / 110°C / Ambiente		Horno 110 ± 5°C			
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o tara		T1	T2	T3
B	Peso del Recipiente	gr	27.61	27.53	28.18
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	127.61	127.61	128.18
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	125.04	125.10	125.66
E	Peso del Agua (Ww) C - D	gr	2.57	2.51	2.52
F	Peso del Suelo Seco (Ws) D - B	gr	97.43	97.57	97.48
W%	Porcentaje de Humedad (E/F)*100	%	2.64	2.57	2.59
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	2.60		
$(W\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$					
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
					
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana - Rimarachin Olivera María Clementina.		APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis		APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eryln Giordany	
FECHA: 22/11/2022		FECHA: 14/12/2022		FECHA:	

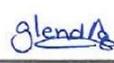
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD				
NORMA:	MTC E108 / ASTM D2216 / NPT339.127				
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SILICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA				
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:		AGREGADO DE LADRILLOS 50%	
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:		PLOMO	
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:		BRINGAS - RIMARACHIN	
FECHA DE ENSAYO:	22/11/2022	REVISADO POR:		HOYOS MARTINEZ, JORGE	
<u>Temperatura de Secado</u>			<u>Método</u>		
60°C / 110°C / Ambiente			Horno 110 ± 5°C		
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o tara		T1	T2	T3
B	Peso del Recipiente	gr	28.02	28.16	26.11
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	128.02	128.16	126.11
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	125.32	124.47	124.57
E	Peso del Agua (Ww) C - D	gr	2.70	3.69	1.54
F	Peso del Suelo Seco (Ws) D - B	gr	97.30	96.31	98.46
W%	Porcentaje de Humedad (E/F)*100	%	2.77	3.83	1.56
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	2.72		
$(W\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$					
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana - Rimarachin Olivera Maria Clementina.		APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis		APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huaman, Eryln Giordany	
FECHA: 22/11/2022		FECHA: 14/12/2022		FECHA:	

Anexo 21

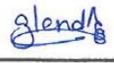
Protocolos de Peso específico

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO:		PESO ESPECIFICO		
NORMA:		MTC E103 / ASTM D2216 / NPT339.127		
TESIS:		ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	TIERRA	
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN	
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN	
FECHA DE ENSAYO:	24/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE	
NORMA: MTC E 113 - 1999, ASTM D854, NTP 339 - 131				
PESO ESPECIFICO DE ARENA FINA				
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2
A	Identificación de la muestra		M1	M2
B	Peso de la muestra seca	gr	100.00	100.00
C	Peso de la fiola + agua	gr	644.01	644.01
D	Peso de la fiola + agua + muestra seca	gr	706.21	706.06
E	Peso específico ($\gamma = (B / (B + (C - D)))$)	gr	2.65	2.64
F	Promedio de peso específico "Y"	gr	2.65	
$G_s = \text{Peso específico (T/T, "C")} = \frac{M_s}{M_s + (M_a - M_d)}$				
OBSERVACIONES:				
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR	
				
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana - Rimarachin Olivera Maria Clementina.		APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Sulazar Huaman, Eryn Giordany	
FECHA: 22/11/2022		FECHA: 14/12/2022	FECHA:	

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO:		PESO ESPECIFICO		
NORMA:		MTC E108 / ASTM D2216 / NPT339.127		
TESIS:		ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	ARENA DE SÍLICE	
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	PLOMO	
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN	
FECHA DE ENSAYO:	24/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE	
<p>NORMA: MTC E 113 - 1999, ASTM D854, NTP 339 - 131</p>				
<i>PESO ESPECIFICO DE ARENA FINA</i>				
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2
A	Identificación de la muestra		M1	M2
B	Peso de la muestra seca	gr	100.00	100.00
C	Peso de la fiola + agua	gr	709.27	709.27
D	Peso de la fiola + agua + muestra seca	gr	771.50	771.39
E	Peso específico ($\gamma = (B / (B + (C - D)))$)	gr	2.65	2.64
F	Promedio de peso específico "γ"	gr	2.65	
$G_s = \text{Peso específico } (T, T_1, ^\circ C) = \frac{M_s}{M_o + (M_a - M_t)}$				
OBSERVACIONES:				
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR	
				
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana - Rimarachin Olivera Maria Clementina.		APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Ertyn Giordany	
FECHA: 24/11/2022		FECHA: 14/12/2022	FECHA:	

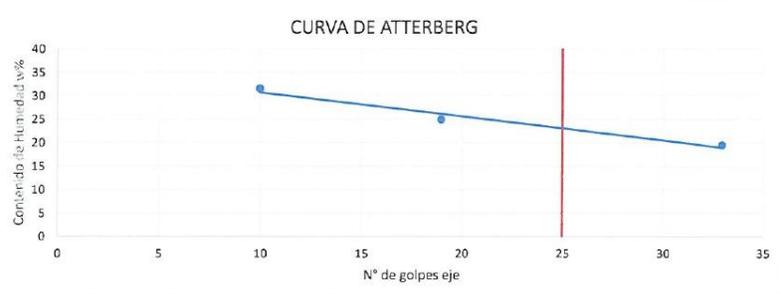
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
	PROTOCOLO			
	ENSAYO:	PESO ESPECIFICO		
	NORMA:	MTC E108 / ASTM D2216 / NPT339.127		
	TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO DE LADRILLOS 40%	
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	PLOMO	
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN	
FECHA DE ENSAYO:	17/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE	
NORMA: MTC E 113 - 1999, ASTM D854, NTP 339 - 131				
PESO ESPECIFICO DE ARENA FINA				
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2
A	Identificación de la muestra		M1	M2
B	Peso de la muestra seca	gr	100.00	100.00
C	Peso de la fiola + agua	gr	709.16	709.16
D	Peso de la fiola + agua + muestra seca	gr	769.52	770.49
E	Peso específico ($\gamma = (B / (B + (C - D)))$)	gr	2.52	2.59
F	Promedio de peso específico "Y"	gr	2.56	
$G_s = \text{Peso específico } (T, T_1, ^\circ\text{C}) = \frac{M_o}{M_o + (M_a - M_b)}$				
OBSERVACIONES:				
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR
 				
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana - Rimarachin Olivera Maria Clementina.		APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis		APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Erlyn Giordany
FECHA: 17/11/2022		FECHA: 14/12/2022		FECHA:

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO:		PESO ESPECIFICO		
NORMA:		MTC E108 / ASTM D2216 / NPT339.127		
TESIS:		ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO DE LADRILLOS 45%	
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	PLOMO	
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN	
FECHA DE ENSAYO:	17/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE	
<p>NORMA: MTC E 113 - 1999, ASTM D854, NTP 339 - 131</p>				
PESO ESPECIFICO DE ARENA FINA				
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2
A	Identificación de la muestra		M1	M2
B	Peso de la muestra seca	gr	100.00	100.00
C	Peso de la fiola + agua	gr	644.01	644.01
D	Peso de la fiola + agua + muestra seca	gr	704.66	704.17
E	Peso específico ($\gamma = (B/(B+(C-D)))$)	gr	2.54	2.51
F	Promedio de peso específico "Y"	gr	2.53	
$G_s = \text{Peso específico } (T, T, ^\circ\text{C}) = \frac{M_o}{M_o + (M_a - M_p)}$				
OBSERVACIONES:				
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR
 				
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana - Rimarachin Olivera Maria Clementina.		APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis		APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Erlyn Giordany
FECHA: 18/11/2022		FECHA: 14/12/2022		FECHA:

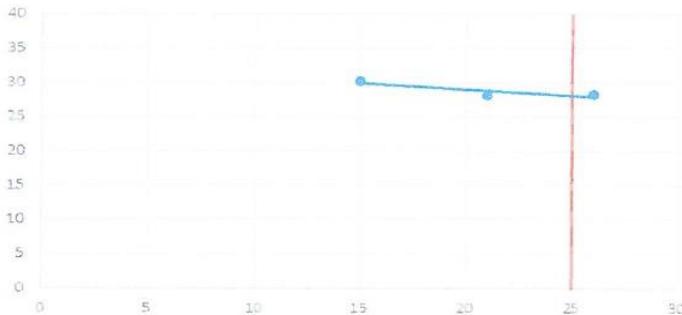
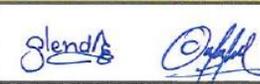
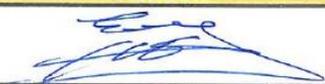
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
	PROTOCOLO			
	ENSAYO:	PESO ESPECIFICO		
	NORMA:	MTC E108 / ASTM D2216 / NPT339.127		
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA			
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO DE LADRILLOS 50%	
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	PLOMO	
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN	
FECHA DE ENSAYO:	18/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE	
<p>NORMA: MTC E 113 - 1999, ASTM D854, NTP 339 - 131</p>				
PESO ESPECIFICO DE ARENA FINA				
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2
A	Identificación de la muestra		M1	M2
B	Peso de la muestra seca	gr	100.00	100.00
C	Peso de la fiola + agua	gr	709.16	709.16
D	Peso de la fiola + agua + muestra seca	gr	770.60	770.22
E	Peso específico (γ=(B/(B+(C-D))))	gr	2.59	2.57
F	Promedio de peso específico "γ"	gr	2.58	
$G_s = \text{Peso específico } (T, T, ^\circ\text{C}) = \frac{M_p}{M_o + (M_a - M_f)}$				
OBSERVACIONES:				
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR	
 				
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana - Rimarachin Olivera Maria Clementina.		APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eryln Giordany	
FECHA: 18/11/2022		FECHA: 14/12/2022	FECHA:	

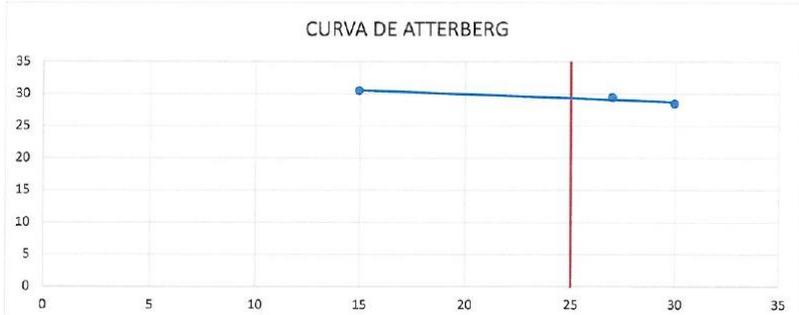
Anexo 22

Protocolo de límites de plasticidad

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
LIMITES DE PLASTICIDAD					
ENSAYO:	MTC E108 / ASTM D2216 / NPT 339.127				
NORMA:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA				
TESIS:					
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	TIERRA		
UBICACIÓN:	C. P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN		
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN		
FECHA DE ENSAYO:	09/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS		
DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente		T1	T2	T3
B	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	50.46	43.22	42.70
C	Recipiente + Suelo Seco	gr	45.11	40.09	40.22
D	Peso del Recipiente	gr	28.13	27.49	27.50
E	Peso del Agua (Ww)	gr	5.35	3.13	2.48
F	Peso del Suelo Seco (Ws)	gr	16.98	12.60	12.72
W%	Número de golpes	N	10	19	33
G	Contenido de humedad	%	31.51	24.84	19.5
DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente		T1	T2	T3
B	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	29.50	28.88	29.14
C	Recipiente + Suelo Seco	gr	29.42	28.83	29.09
D	Peso del Recipiente	gr	26.40	26.70	27.11
E	Peso del Agua (Ww) C - D	gr	0.08	0.05	0.05
F	Peso del Suelo Seco (Ws) D - B	gr	3.02	2.13	1.98
W%	Contenido de humedad	N	2.65	2.35	2.53
G	Promedio Limite Plástico	%	2.51		
 <p style="text-align: center;">CURVA DE ATTERBERG</p> <p style="text-align: center;">Contenido de Humedad w% vs N° de golpes eje</p>					
<p>LL = 21.77</p> <p>IP = 19.26</p>					
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	
ASESOR					
					
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana		APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera Maria Clementina.		APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	
				APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eryln Giordany	

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:		LIMITES DE PLASTICIDAD			
NORMA:		MTC E108 / ASTM D2216 / NPT339.127			
TESIS:		ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA			
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	ARENA DE SÍLICE		
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	BLANCO		
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN		
FECHA DE ENSAYO:	15/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE		
DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente		T1	T2	T3
B	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	50.64	51.7	49.23
C	Recipiente + Suelo Seco	gr	44.74	46.09	44.50
D	Peso del Recipiente	gr	27.48	28.00	27.97
E	Peso del Agua (Ww)	gr	5.90	5.61	4.73
F	Peso del Suelo Seco (Ws)	gr	17.26	18.09	16.53
W%	Número de golpes	N	13	21	27
G	Contenido de humedad	%	34.18	31.01	28.61
DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente				
B	Recipiente + Suelo Húmedo	gr			
C	Recipiente + Suelo Seco	gr			
D	Peso del Recipiente	gr			
E	Peso del Agua (Ww) C - D	gr			
F	Peso del Suelo Seco (Ws) D - B	gr			
W%	Contenido de humedad	N			
G	Promedio Limite Plástico	%			
<p>CURVA DE ATTERBERG</p> <p>Contenido de Humedad w%</p> <p>Nº de golpes eje</p> <p>LL = 28.41 IP =</p>					
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana - Rimarachin Olivera Maria Clementina.		APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis		APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eriyn Giordany	
FECHA: 15/11/2022		FECHA: 14/12/2022		FECHA:	

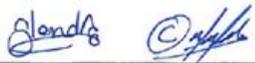
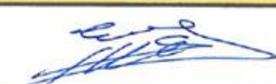
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	LIMITES DE PLASTICIDAD				
NORMA:	MTC E108 / ASTM D2216 / NPT339.127				
TESIS:	ELABORACION DE LADRILLOS ECOLOGICOS A PARTIR DE ARENA DE SILICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA				
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADOS DE LADRILLOS 40%		
UBICACION:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	Plomo		
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN		
FECHA DE ENSAYO:	16/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE		
DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente		T1	T2	T2
B	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	53.13	58.61	60.23
C	Recipiente + Suelo Seco	gr	47.22	51.83	53.10
D	Peso del Recipiente	gr	27.63	27.74	27.82
E	Peso del Agua (Ww)	gr	5.91	6.78	7.13
F	Peso del Suelo Seco (Ws)	gr	19.59	24.09	25.28
W%	Número de golpes	N	15	21	26
G	Contenido de humedad	%	30.17	28.14	28.2
DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente				
B	Recipiente + Suelo Húmedo	gr			
C	Recipiente + Suelo Seco	gr			
D	Peso del Recipiente	gr			
E	Peso del Agua (Ww) C - D	gr			
F	Peso del Suelo Seco (Ws) D - B	gr			
W%	Contenido de humedad	N			
G	Promedio Límite Plástico	%			
<p>Título del gráfico</p>  <p>LL = 28.02 IP =</p>					
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
					
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana - Rimarachin Olivera Maria Clementina.		APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis		APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eryln Giordany	
FECHA: 16/11/2022		FECHA: 14/12/2022		FECHA:	

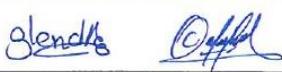
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	LIMITES DE PLASTICIDAD			
	NORMA:	MTC E108 / ASTM D2216 / NPT339.127			
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA				
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADOS DE LADRILLOS 45%		
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	PLOMO		
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN		
FECHA DE ENSAYO:	16/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE LUIS		
DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente		T1	T2	T2
B	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	54.9	60.85	50.02
C	Recipiente + Suelo Seco	gr	48.26	53.46	45.20
D	Peso del Recipiente	gr	26.51	28.39	28.29
E	Peso del Agua (Ww)	gr	6.64	7.39	4.82
F	Peso del Suelo Seco (Ws)	gr	21.75	25.07	16.91
W%	Número de golpes	N	15	27	30
G	Contenido de humedad	%	30.53	29.48	28.5
DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente				
B	Recipiente + Suelo Húmedo	gr			
C	Recipiente + Suelo Seco	gr			
D	Peso del Recipiente	gr			
E	Peso del Agua (Ww) C - D	gr			
F	Peso del Suelo Seco (Ws) D - B	gr			
W%	Contenido de humedad	N			
G	Promedio Limite Plástico	%			
 <p style="text-align: center;">CURVA DE ATTERBERG</p> <p style="text-align: center;">LL = 29.29 IP =</p>					
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR		
					
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Ertyn Giordany		
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:		

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	LÍMITES DE PLASTICIDAD				
NORMA:	MTC E108 / ASTM D2216 / NPT339.127				
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA				
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADOS DE LADRILLOS 50%		
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	PLOMO		
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN		
FECHA DE ENSAYO:	17/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE		
DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente		T1	T2	T2
B	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	58.01	49.96	51.45
C	Recipiente + Suelo Seco	gr	51.04	44.72	45.95
D	Peso del Recipiente	gr	30.84	27.97	27.33
E	Peso del Agua (Ww)	gr	6.97	5.24	5.50
F	Peso del Suelo Seco (Ws)	gr	20.20	16.75	18.62
W%	Número de golpes	N	14	26	34
G	Contenido de humedad	%	34.5	31.28	29.54
DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente				
B	Recipiente + Suelo Húmedo	gr			
C	Recipiente + Suelo Seco	gr			
D	Peso del Recipiente	gr			
E	Peso del Agua (Ww) C - D	gr			
F	Peso del Suelo Seco (Ws) D - B	gr			
W%	Contenido de humedad	N			
G	Promedio Límite Plástico	%			
 <p>LL = 31.34 IP =</p>					
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR			
					
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana - Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eryln Giordany			
FECHA: 17/11/2022	FECHA: 14/12/2022	FECHA:			

Anexo 23

Protocolos de análisis granulométrico mediante tamizado seco

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																																																											
	PROTOCOLO																																																																										
	ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO EN SECO																																																																									
	NORMA:	MTC E 107 / ASTM D421																																																																									
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA																																																																										
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	TIERRA																																																																								
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN																																																																								
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN																																																																								
FECHA DE ENSAYO:	7/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE																																																																								
<table border="1"> <tr> <td>Peso muestra seca, Ws</td> <td>1003.64</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td colspan="3">GRANULOMETRIA POR TAMIZADO EN SECO</td> </tr> <tr> <th>malla</th> <th>Abertura (mm)</th> <th>P.R.P.</th> <th>% RP</th> <th>% RA</th> <th>% que pasa</th> </tr> <tr> <td>Nº4</td> <td>4.76</td> <td>45.98</td> <td>4.58</td> <td>4.58</td> <td>95.42</td> </tr> <tr> <td>Nº10</td> <td>2</td> <td>157.11</td> <td>15.65</td> <td>20.23</td> <td>79.77</td> </tr> <tr> <td>Nº20</td> <td>0.84</td> <td>159.87</td> <td>15.93</td> <td>36.16</td> <td>63.84</td> </tr> <tr> <td>Nº30</td> <td>0.59</td> <td>107.07</td> <td>10.67</td> <td>46.83</td> <td>53.17</td> </tr> <tr> <td>Nº40</td> <td>0.42</td> <td>199.70</td> <td>19.90</td> <td>66.73</td> <td>33.27</td> </tr> <tr> <td>Nº60</td> <td>0.25</td> <td>229.91</td> <td>22.91</td> <td>89.64</td> <td>10.36</td> </tr> <tr> <td>Nº100</td> <td>0.15</td> <td>77.68</td> <td>7.74</td> <td>97.38</td> <td>2.62</td> </tr> <tr> <td>Nº200</td> <td>0.074</td> <td>15.46</td> <td>1.54</td> <td>98.92</td> <td>1.08</td> </tr> <tr> <td>Cazoleta</td> <td>0</td> <td>10.86</td> <td>1.08</td> <td>100.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td></td> <td>1003.64</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				Peso muestra seca, Ws	1003.64	gr	GRANULOMETRIA POR TAMIZADO EN SECO			malla	Abertura (mm)	P.R.P.	% RP	% RA	% que pasa	Nº4	4.76	45.98	4.58	4.58	95.42	Nº10	2	157.11	15.65	20.23	79.77	Nº20	0.84	159.87	15.93	36.16	63.84	Nº30	0.59	107.07	10.67	46.83	53.17	Nº40	0.42	199.70	19.90	66.73	33.27	Nº60	0.25	229.91	22.91	89.64	10.36	Nº100	0.15	77.68	7.74	97.38	2.62	Nº200	0.074	15.46	1.54	98.92	1.08	Cazoleta	0	10.86	1.08	100.00	0.00	Total		1003.64			
Peso muestra seca, Ws	1003.64	gr																																																																									
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO EN SECO																																																																											
malla	Abertura (mm)	P.R.P.	% RP	% RA	% que pasa																																																																						
Nº4	4.76	45.98	4.58	4.58	95.42																																																																						
Nº10	2	157.11	15.65	20.23	79.77																																																																						
Nº20	0.84	159.87	15.93	36.16	63.84																																																																						
Nº30	0.59	107.07	10.67	46.83	53.17																																																																						
Nº40	0.42	199.70	19.90	66.73	33.27																																																																						
Nº60	0.25	229.91	22.91	89.64	10.36																																																																						
Nº100	0.15	77.68	7.74	97.38	2.62																																																																						
Nº200	0.074	15.46	1.54	98.92	1.08																																																																						
Cazoleta	0	10.86	1.08	100.00	0.00																																																																						
Total		1003.64																																																																									
<p style="text-align: center;">CURVA GRANULOMETRICA</p>  <p style="text-align: center;">Cu= 0.8 Cc= 3.06</p>																																																																											
OBSERVACIONES:																																																																											
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR																																																																									
																																																																											
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana - Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martínez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eriyn Giordany																																																																									
FECHA: 07/11/22	FECHA: 14/12/2022	FECHA:																																																																									

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																																							
PROTOCOLO																																																							
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO EN SECO																																																						
NORMA:	MTC E 107 / ASTM D421																																																						
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA																																																						
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	ARENA DE SÍLICE																																																				
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	BLANCO																																																				
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN																																																				
FECHA DE ENSAYO:	7/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE																																																				
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Peso muestra seca, Ws</td> <td>1003.01</td> <td>gr</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">GRANULOMETRIA POR TAMIZADO EN SECO</td> </tr> <tr> <td>mall</td> <td>Abertura (mm)</td> <td>P.R.P.</td> <td>% RP % RA % que pasa</td> </tr> <tr> <td>Nº4</td> <td>4.76</td> <td>20.29</td> <td>2.02 2.02 97.98</td> </tr> <tr> <td>Nº10</td> <td>2</td> <td>102.69</td> <td>10.24 12.26 87.74</td> </tr> <tr> <td>Nº20</td> <td>0.84</td> <td>186.10</td> <td>18.55 30.81 69.19</td> </tr> <tr> <td>Nº30</td> <td>0.59</td> <td>137.36</td> <td>13.69 44.50 55.5</td> </tr> <tr> <td>Nº40</td> <td>0.42</td> <td>242.20</td> <td>24.15 68.65 31.35</td> </tr> <tr> <td>Nº60</td> <td>0.25</td> <td>212.37</td> <td>21.17 89.82 10.18</td> </tr> <tr> <td>Nº100</td> <td>0.15</td> <td>81.74</td> <td>8.15 97.97 2.03</td> </tr> <tr> <td>Nº200</td> <td>0.074</td> <td>13.73</td> <td>1.37 99.34 0.66</td> </tr> <tr> <td>Cazoleta</td> <td>0</td> <td>6.53</td> <td>0.66 100.00 0.00</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td></td> <td>1003.01</td> <td></td> </tr> </table>				Peso muestra seca, Ws	1003.01	gr		GRANULOMETRIA POR TAMIZADO EN SECO				mall	Abertura (mm)	P.R.P.	% RP % RA % que pasa	Nº4	4.76	20.29	2.02 2.02 97.98	Nº10	2	102.69	10.24 12.26 87.74	Nº20	0.84	186.10	18.55 30.81 69.19	Nº30	0.59	137.36	13.69 44.50 55.5	Nº40	0.42	242.20	24.15 68.65 31.35	Nº60	0.25	212.37	21.17 89.82 10.18	Nº100	0.15	81.74	8.15 97.97 2.03	Nº200	0.074	13.73	1.37 99.34 0.66	Cazoleta	0	6.53	0.66 100.00 0.00	Total		1003.01	
Peso muestra seca, Ws	1003.01	gr																																																					
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO EN SECO																																																							
mall	Abertura (mm)	P.R.P.	% RP % RA % que pasa																																																				
Nº4	4.76	20.29	2.02 2.02 97.98																																																				
Nº10	2	102.69	10.24 12.26 87.74																																																				
Nº20	0.84	186.10	18.55 30.81 69.19																																																				
Nº30	0.59	137.36	13.69 44.50 55.5																																																				
Nº40	0.42	242.20	24.15 68.65 31.35																																																				
Nº60	0.25	212.37	21.17 89.82 10.18																																																				
Nº100	0.15	81.74	8.15 97.97 2.03																																																				
Nº200	0.074	13.73	1.37 99.34 0.66																																																				
Cazoleta	0	6.53	0.66 100.00 0.00																																																				
Total		1003.01																																																					
																																																							
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Cu=</td> <td>1.08</td> <td>Cc=</td> <td>2.03</td> </tr> </table>				Cu=	1.08	Cc=	2.03																																																
Cu=	1.08	Cc=	2.03																																																				
OBSERVACIONES:																																																							
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR																																																				
																																																							
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana - Rimarachin Olivera Maria Clementina.		APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eryln Giordany																																																				
FECHA: 07/11/22		FECHA: 14/12/2022	FECHA:																																																				

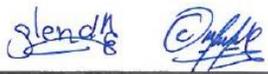
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOKOLO			
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO EN SECO		
NORMA:	MTC E 107 / ASTM D421		
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SILICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADOS DE LADRILLOS 40%
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	PLOMO
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN
FECHA DE ENSAYO:	18/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE

Peso muestra seca, Ws		1001.33	gr			
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO EN SECO						
mallá	Abertura (mm)	P.R.P.	% RP	% RA	% que pasa	
Nº4	4.76	35.49	3.54	3.54	96.46	
Nº10	2	97.33	9.72	13.26	86.74	
Nº20	0.84	201.62	20.14	33.40	66.6	
Nº30	0.59	302.56	30.22	63.62	36.38	
Nº40	0.42	226.59	22.63	86.25	13.75	
Nº60	0.25	86.57	8.65	94.90	5.1	
Nº100	0.15	35.37	3.53	98.43	1.57	
Nº200	0.074	11.64	1.16	99.59	0.41	
Cazoleta	0	4.16	0.41	100.00	0.0	
Total		1001.33				



Cu=	2.1	Cc=	1.64
-----	-----	-----	------

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana - Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martínez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eryln Giordany
FECHA: 18/11/2022	FECHA: 14/12/2022	FECHA:

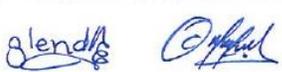
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO EN SECO		
NORMA:	MTC E 107 / ASTM D421		
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADOS DE LADRILLOS
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	MARRON BLANQUIZO
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN
FECHA DE ENSAYO:	18/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE

Peso muestra seca, Ws	1004.07	gr			
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO EN SECO					
mall	Abertura (mm)	P.R.P.	% RP	% RA	% que pasa
Nº4	4.76	27.99	2.79	2.79	97.21
Nº10	2	120.46	12.00	14.79	85.21
Nº20	0.84	276.57	27.54	42.33	57.67
Nº30	0.59	314.09	31.28	73.61	26.39
Nº40	0.42	161.26	16.06	89.67	10.33
Nº60	0.25	34.89	3.47	93.14	6.86
Nº100	0.15	55.89	5.57	98.71	1.29
Nº200	0.074	9.59	0.96	99.67	0.33
Cazoleta	0	3.33	0.33	100.00	0.00
Total		1004.07			



Cu=	1.53	Cc=	15.25
-----	------	-----	-------

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana - Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martínez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eryln Giordany
FECHA: 18/11/2022	FECHA: 14/12/2022	FECHA:

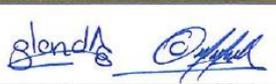
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO EN SECO		
NORMA:	MTC E 107 / ASTM D421		
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADOS DE LADRILOS
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	PLOMO
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN
FECHA DE ENSAYO:	18/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE

Peso muestra seca, Ws		1008.56	gr		
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO EN SECO					
mailla	Abertura (mm)	P.R.P.	% RP	% RA	% que pasa
Nº4	4.76	43.54	4.32	4.32	95.68
Nº10	2	153.44	15.21	19.53	80.47
Nº20	0.84	198.33	19.66	39.19	60.81
Nº30	0.59	160.95	15.96	55.15	44.85
Nº40	0.42	206.19	20.44	75.59	24.41
Nº60	0.25	188.41	18.68	94.27	5.73
Nº100	0.15	47.35	4.69	98.96	1.04
Nº200	0.074	8.75	0.87	99.83	0.17
Cazoleta	0	1.59	0.16	99.99	0.01
Total		1008.55			



Cu=	1.04	Cc=	1.67
-----	------	-----	------

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana - Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eryln Giordany
FECHA: 18/11/2022	FECHA: 14/12/022	FECHA:

Anexo 24

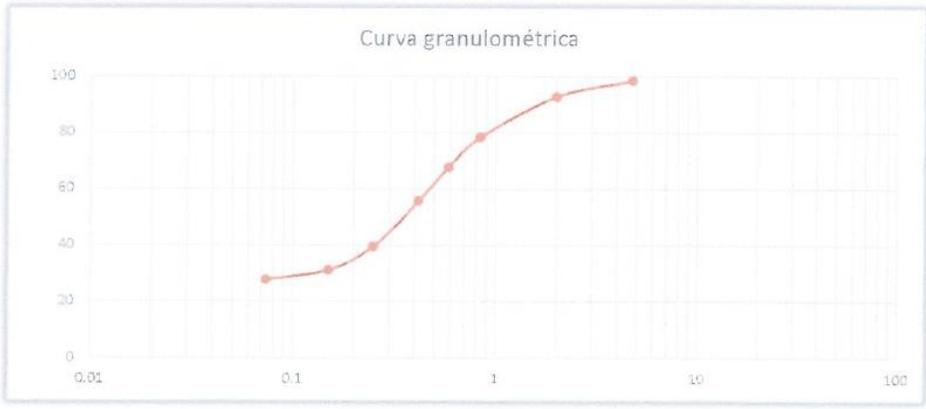
Protocolos de análisis granulometría mediante tamizado por lavado

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ANALISIS GRANULOMETRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO		
NORMA:	ASTM D421		
TESIS:	ELABORACION DE LADRILLOS ECOLOGICOS A PARTIR DE ARENA DE SILICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	ARENA DE SILICE
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	BLANCO
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN
FECHA DE ENSAYO:	9/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE

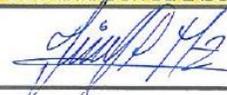
Peso muestra seca, Ws	500 gr
-----------------------	--------

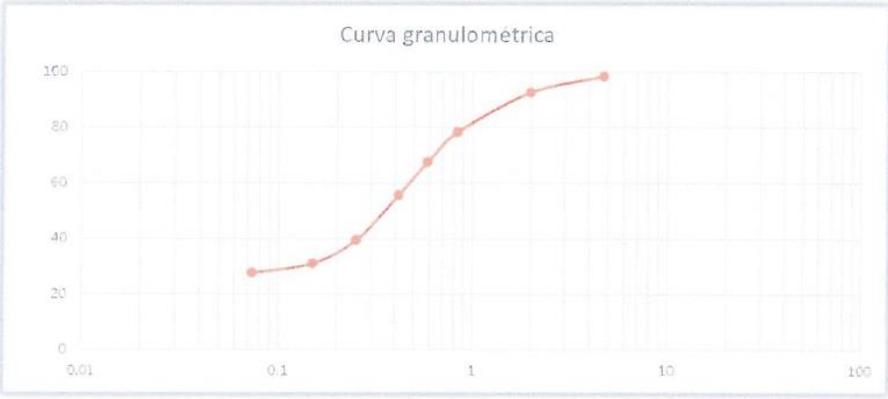
ANÁLISIS GRANULOMETRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO					
mallá	Abertura (mm)	P.R.P.	% RP	% RA	% que pasa
Nº4	4.76	8.21	1.64	1.64	98.36
Nº10	2	28.62	5.72	7.36	92.64
Nº20	0.84	71.71	14.34	21.7	78.30
Nº30	0.59	54.15	10.83	32.53	67.47
Nº40	0.42	59.12	11.82	44.35	55.65
Nº60	0.25	81.23	16.25	60.6	39.40
Nº100	0.15	41.76	8.35	68.95	31.05
Nº200	0.074	17.08	3.42	72.37	27.63
Pérdida	Lavado	138.12	27.63	100.00	0.00
Total		500			

Curva granulométrica



OBSERVACIONES:

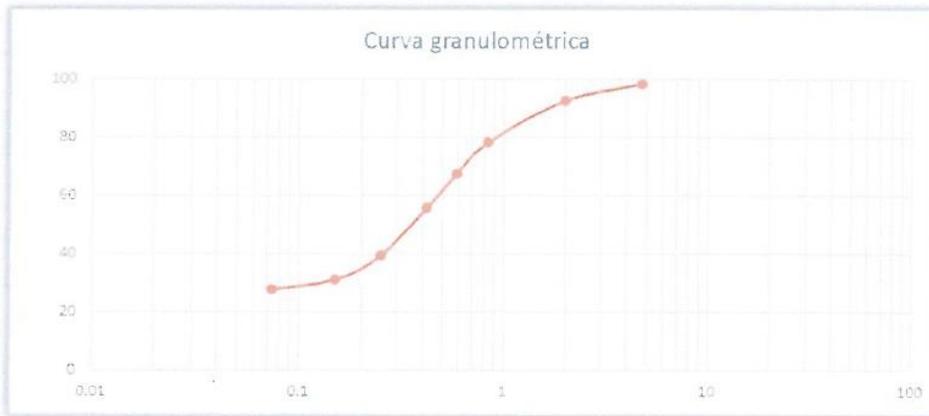
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana - Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martínez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Ertlyn Giordany
FECHA: 09/11/2022	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																																																											
PROTOCOLO																																																																											
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO																																																																										
NORMA:	ASTM D421																																																																										
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA																																																																										
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	TIERRA																																																																								
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN																																																																								
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN																																																																								
FECHA DE ENSAYO:	9/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE																																																																								
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>Peso muestra seca, Ws</td> <td>500 gr</td> </tr> </table>				Peso muestra seca, Ws	500 gr																																																																						
Peso muestra seca, Ws	500 gr																																																																										
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="6">ANÁLISIS GRANULOMETRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO</th> </tr> <tr> <th>mallá</th> <th>Abertura (mm)</th> <th>P.R.P.</th> <th>% RP</th> <th>% RA</th> <th>% que pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nº4</td> <td>4.76</td> <td>10.66</td> <td>2.13</td> <td>2.13</td> <td>97.87</td> </tr> <tr> <td>Nº10</td> <td>2</td> <td>21.00</td> <td>4.20</td> <td>6.33</td> <td>93.67</td> </tr> <tr> <td>Nº20</td> <td>0.84</td> <td>17.30</td> <td>3.46</td> <td>9.79</td> <td>90.21</td> </tr> <tr> <td>Nº30</td> <td>0.59</td> <td>15.21</td> <td>3.04</td> <td>12.83</td> <td>87.17</td> </tr> <tr> <td>Nº40</td> <td>0.42</td> <td>24.31</td> <td>4.86</td> <td>17.69</td> <td>82.31</td> </tr> <tr> <td>Nº60</td> <td>0.25</td> <td>87.09</td> <td>17.42</td> <td>35.11</td> <td>64.89</td> </tr> <tr> <td>Nº100</td> <td>0.15</td> <td>31.89</td> <td>6.38</td> <td>41.49</td> <td>58.51</td> </tr> <tr> <td>Nº200</td> <td>0.074</td> <td>17.72</td> <td>3.54</td> <td>45.03</td> <td>54.97</td> </tr> <tr> <td>Perdida</td> <td>Lavado</td> <td>274.82</td> <td>54.97</td> <td>100.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td></td> <td>500</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				ANÁLISIS GRANULOMETRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO						mallá	Abertura (mm)	P.R.P.	% RP	% RA	% que pasa	Nº4	4.76	10.66	2.13	2.13	97.87	Nº10	2	21.00	4.20	6.33	93.67	Nº20	0.84	17.30	3.46	9.79	90.21	Nº30	0.59	15.21	3.04	12.83	87.17	Nº40	0.42	24.31	4.86	17.69	82.31	Nº60	0.25	87.09	17.42	35.11	64.89	Nº100	0.15	31.89	6.38	41.49	58.51	Nº200	0.074	17.72	3.54	45.03	54.97	Perdida	Lavado	274.82	54.97	100.00	0.00	Total		500			
ANÁLISIS GRANULOMETRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO																																																																											
mallá	Abertura (mm)	P.R.P.	% RP	% RA	% que pasa																																																																						
Nº4	4.76	10.66	2.13	2.13	97.87																																																																						
Nº10	2	21.00	4.20	6.33	93.67																																																																						
Nº20	0.84	17.30	3.46	9.79	90.21																																																																						
Nº30	0.59	15.21	3.04	12.83	87.17																																																																						
Nº40	0.42	24.31	4.86	17.69	82.31																																																																						
Nº60	0.25	87.09	17.42	35.11	64.89																																																																						
Nº100	0.15	31.89	6.38	41.49	58.51																																																																						
Nº200	0.074	17.72	3.54	45.03	54.97																																																																						
Perdida	Lavado	274.82	54.97	100.00	0.00																																																																						
Total		500																																																																									
																																																																											
OBSERVACIONES:																																																																											
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR																																																																								
																																																																											
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana - Rimarachin Olivera María Clementina.		APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martínez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eryln Giordany																																																																								
FECHA: 09/11/2022		FECHA:	FECHA:																																																																								

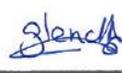
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO		
NORMA:	ASTM D421		
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLOGICOS A PARTIR DE ARENA DE SILICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO DE LADRILLOS 45%
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	PLOMO
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN
FECHA DE ENSAYO:	22/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE

Peso muestra seca, Ws	500 gr
-----------------------	--------

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO					
mallá	Abertura (mm)	P.R.P.	% RP	% RA	% que pasa
Nº4	4.76	10.6	2.12	2.12	97.88
Nº10	2	27.47	5.49	7.61	92.39
Nº20	0.84	54.78	10.96	18.57	81.43
Nº30	0.59	41.27	8.25	26.82	73.18
Nº40	0.42	42.38	8.48	35.30	64.70
Nº60	0.25	50.77	10.15	45.45	54.55
Nº100	0.15	37.89	7.58	53.03	46.97
Nº200	0.074	20.13	4.03	57.06	42.94
Perdida	Lavado	214.71	42.94	100.00	0.00
Total		500			



OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana - Rimarachin Olivera María Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eryln Giordany
FECHA: 22/11/2022	FECHA: 14/12/2022	FECHA:

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																																																											
	PROCOLO																																																																										
	ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO																																																																									
	NORMA:	ASTM D421																																																																									
	TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLOGICOS A PARTIR DE ARENA DE SILICE PROCEDENTES DE LOS ALREDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA																																																																									
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO DE LADRILLOS 50%																																																																								
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	PLOMO																																																																								
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN																																																																								
FECHA DE ENSAYO:	22/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE																																																																								
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>Peso muestra seca, Ws</td> <td>500 gr</td> </tr> </table>				Peso muestra seca, Ws	500 gr																																																																						
Peso muestra seca, Ws	500 gr																																																																										
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="6">ANÁLISIS GRANULOMETRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO</th> </tr> <tr> <th>mall</th> <th>Abertura (mm)</th> <th>P.R.P.</th> <th>% RP</th> <th>% RA</th> <th>% que pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nº4</td> <td>4.76</td> <td>2.87</td> <td>0.57</td> <td>0.57</td> <td>99.43</td> </tr> <tr> <td>Nº10</td> <td>2</td> <td>21.85</td> <td>4.37</td> <td>4.94</td> <td>95.06</td> </tr> <tr> <td>Nº20</td> <td>0.84</td> <td>50.58</td> <td>10.12</td> <td>15.06</td> <td>84.94</td> </tr> <tr> <td>Nº30</td> <td>0.59</td> <td>43.54</td> <td>8.71</td> <td>23.77</td> <td>76.23</td> </tr> <tr> <td>Nº40</td> <td>0.42</td> <td>55.84</td> <td>11.17</td> <td>34.94</td> <td>65.06</td> </tr> <tr> <td>Nº60</td> <td>0.25</td> <td>59.32</td> <td>11.86</td> <td>46.80</td> <td>53.2</td> </tr> <tr> <td>Nº100</td> <td>0.15</td> <td>31.7</td> <td>6.34</td> <td>53.14</td> <td>46.86</td> </tr> <tr> <td>Nº200</td> <td>0.074</td> <td>12.47</td> <td>2.49</td> <td>55.63</td> <td>44.37</td> </tr> <tr> <td>Perdida</td> <td>Lavado</td> <td>221.83</td> <td>44.37</td> <td>100.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td></td> <td>500</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				ANÁLISIS GRANULOMETRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO						mall	Abertura (mm)	P.R.P.	% RP	% RA	% que pasa	Nº4	4.76	2.87	0.57	0.57	99.43	Nº10	2	21.85	4.37	4.94	95.06	Nº20	0.84	50.58	10.12	15.06	84.94	Nº30	0.59	43.54	8.71	23.77	76.23	Nº40	0.42	55.84	11.17	34.94	65.06	Nº60	0.25	59.32	11.86	46.80	53.2	Nº100	0.15	31.7	6.34	53.14	46.86	Nº200	0.074	12.47	2.49	55.63	44.37	Perdida	Lavado	221.83	44.37	100.00	0.00	Total		500			
ANÁLISIS GRANULOMETRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO																																																																											
mall	Abertura (mm)	P.R.P.	% RP	% RA	% que pasa																																																																						
Nº4	4.76	2.87	0.57	0.57	99.43																																																																						
Nº10	2	21.85	4.37	4.94	95.06																																																																						
Nº20	0.84	50.58	10.12	15.06	84.94																																																																						
Nº30	0.59	43.54	8.71	23.77	76.23																																																																						
Nº40	0.42	55.84	11.17	34.94	65.06																																																																						
Nº60	0.25	59.32	11.86	46.80	53.2																																																																						
Nº100	0.15	31.7	6.34	53.14	46.86																																																																						
Nº200	0.074	12.47	2.49	55.63	44.37																																																																						
Perdida	Lavado	221.83	44.37	100.00	0.00																																																																						
Total		500																																																																									
																																																																											
OBSERVACIONES:																																																																											
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR																																																																								
																																																																											
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana - Rimarachin Olivera María Clementina.		APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Ertyn Giordany																																																																								
FECHA: 22/11/2022		FECHA: 14/12/2022	FECHA:																																																																								

Anexo 25

Protocolos de ensayo de alabeo

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	ALABEO				
NORMA:	NTP 331.07, NTP 399.613 Y NTP 399.604				
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA				
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO		
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	ROJO		
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN		
FECHA DE ENSAYO:	1/12/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE		
ENSAYO -01-ALABEO					
Tipo de muestra	Muestra	Cara	Diagonal	Flecha (mm)	Promedio
LADRILLOS ECOLÓGICOS CON 40% DE ARENA DE SÍLICE	M1-1	CARA 01	D1	5	4.50
			D2	4	
	CARA 02	D1	5	3.00	
		D2	1		
	M1-2	CARA 01	D1	3	2.25
			D2	1.5	
	CARA 02	D1	3	1.50	
		D2	0		
	M1-3	CARA 01	D1	0	1.00
			D2	2	
	CARA 02	D1	2	1.00	
		D2	0		
	M1-4	CARA 01	D1	5	4.50
			D2	4	
	CARA 02	D1	5	5.00	
		D2	5		
	M1-5	CARA 01	D1	8	11.50
			D2	15	
	CARA 02	D1	4	3.50	
		D2	3		
M1-6	CARA 01	D1	4	3.50	
		D2	3		
CARA 02	D1	2	1.50		
	D2	1			
M1-7	CARA 01	D1	5	6.00	
		D2	7		
CARA 02	D1	2	2.00		
	D2	2			
M1-8	CARA 01	D1	4	4.50	
		D2	5		
CARA 02	D1	3	4.00		
	D2	5			
M1-9	CARA 01	D1	8	5.50	
		D2	3		
CARA 02	D1	5	4.00		
	D2	3			
M1-10	CARA 01	D1	5	4.50	
		D2	4		
CARA 02	D1	4	5.00		
	D2	6			
				Promedio	3.91
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO:	RESPONSABLE DEL ENSAYO:	COORDINADOR DE LABORATORIO:	ASESOR:		
					
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eryln Giordany		
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:		

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ALABEO		
NORMA:	NTP 331.07, NTP 399.613 Y NTP 399.604		
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	ROJO
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN
FECHA DE ENSAYO:	1/12/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE

ENSAYO -02-ALABEO					
Tipo de muestra	Muestra	Cara	Diagonal	Flecha (mm)	Promedio
LADRILLOS ECOLÓGICOS CON 45% DE ARENA DE SÍLICE	M2-1	CARA 01	D1	5	4.50
			D2	4	
	CARA 02	D1	1	2.00	
		D2	3		
	M2-2	CARA 01	D1	3	5.50
			D2	8	
	CARA 02	D1	4	4.50	
		D2	5		
	M2-3	CARA 01	D1	8	6.50
			D2	5	
	CARA 02	D1	2	2.50	
		D2	3		
	M2-4	CARA 01	D1	6	4.00
			D2	2	
	CARA 02	D1	2	3.00	
		D2	4		
	M2-5	CARA 01	D1	9	8.50
			D2	8	
	CARA 02	D1	12	12.50	
		D2	13		
M2-6	CARA 01	D1	9	5.50	
		D2	2		
CARA 02	D1	1	1.00		
	D2	1			
M2-7	CARA 01	D1	5	5.00	
		D2	5		
CARA 02	D1	4	6.00		
	D2	8			
M2-8	CARA 01	D1	5	5.50	
		D2	6		
CARA 02	D1	7	6.50		
	D2	6			
M2-9	CARA 01	D1	7	6.00	
		D2	5		
CARA 02	D1	11	7.50		
	D2	4			
M2-10	CARA 01	D1	11	6.50	
		D2	2		
CARA 02	D1	12	13.00		
	D2	14			
				Promedio	5.80

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huaman, Erlin Giordany
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ALABEO		
NORMA:	NTP 331.07, NTP 399.613 Y NTP 399.604		
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	ROJO
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN
FECHA DE ENSAYO:	1/12/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE

ENSAYO -03-ALABEO					
Tipo de muestra	Muestra	Cara	Diagonal	Flecha (mm)	Promedio
LADRILLOS ECOLÓGICOS CON 50% DE ARENA DE SÍLICE	M3-1	CARA 01	D1	1	3.00
			D2	5	
	M3-2	CARA 02	D1	1	2.50
			D2	4	
	M3-3	CARA 01	D1	8	6.50
			D2	5	
	M3-4	CARA 02	D1	6	9.50
			D2	13	
	M3-5	CARA 01	D1	8.5	6.25
			D2	4	
	M3-6	CARA 02	D1	15	14.50
			D2	14	
	M3-7	CARA 01	D1	8	8.00
			D2	8	
	M3-8	CARA 02	D1	6	7.00
			D2	8	
	M3-9	CARA 01	D1	1	2.50
			D2	4	
	M3-10	CARA 02	D1	12	12.50
			D2	13	
M3-11	CARA 01	D1	2	3.50	
		D2	5		
M3-12	CARA 02	D1	15	16.00	
		D2	17		
M3-13	CARA 01	D1	3	4.50	
		D2	6		
M3-14	CARA 02	D1	1	3.00	
		D2	5		
M3-15	CARA 01	D1	4	2.50	
		D2	1		
M3-16	CARA 02	D1	3	6.00	
		D2	9		
M3-17	CARA 01	D1	0	4.50	
		D2	9		
M3-18	CARA 02	D1	4	5.00	
		D2	6		
M3-19	CARA 01	D1	5	4.50	
		D2	4		
M3-20	CARA 02	D1	4	5.00	
		D2	6		
Promedio					6.34

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huaman, Ertyn Giordany
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:

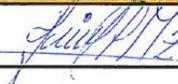
Anexo 26

Protocolos de variación dimensional de unidades de albañilería

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA		
NORMA:	NTP 331.07, NTP 399.613 Y NTP 399.604		
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	ROJO
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN
FECHA DE ENSAYO:	30/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE

Tipo de muestra	Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
LADRILLOS ECOLÓGICOS CON 40% DE ARENA DE SÍLICE	M1	22.97	13.51	8.21
	M2	23.26	13.50	8.25
	M3	23.06	13.64	8.22
	M4	22.94	13.52	8.12
	M5	22.89	13.70	8.28
	M6	23.07	13.64	8.22
	M7	22.98	13.63	8.20
	M8	22.94	13.45	8.17
	M9	22.92	13.45	8.20
	M10	23.16	13.39	8.19
Promedio		23.02	13.54	8.21

Tipo de muestra	Descripción	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
LADRILLOS ECOLÓGICOS CON 40% DE ARENA DE SÍLICE	Dimensión nominal (mm)	225.0	125.0	85.0
	Dimensión promedio (mm)	230.2	135.4	82.1
	Variación dimensional	-2.31%	-8.32%	3.41%

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huaman, Eriyan Giordany
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																																																									
PROTOCOLO																																																																									
ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBANILERIA																																																																								
NORMA:	NTP 331.07, NTP 399.613 Y NTP 399.604																																																																								
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SILICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA																																																																								
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO																																																																						
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	ROJO																																																																						
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN																																																																						
FECHA DE ENSAYO:	30/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de muestra</th> <th>Muestra</th> <th>Largo (cm)</th> <th>Ancho (cm)</th> <th>Alto (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="10">LADRILLOS ECOLÓGICOS CON 45% DE ARENA DE SILICE</td> <td>M1</td> <td>22.73</td> <td>13.55</td> <td>8.10</td> </tr> <tr> <td>M2</td> <td>23.15</td> <td>13.34</td> <td>8.22</td> </tr> <tr> <td>M3</td> <td>23</td> <td>13.34</td> <td>8.23</td> </tr> <tr> <td>M4</td> <td>23.02</td> <td>13.48</td> <td>8.17</td> </tr> <tr> <td>M5</td> <td>24.1</td> <td>13.51</td> <td>8.16</td> </tr> <tr> <td>M6</td> <td>22.9</td> <td>13.50</td> <td>8.18</td> </tr> <tr> <td>M7</td> <td>23.09</td> <td>13.43</td> <td>8.18</td> </tr> <tr> <td>M8</td> <td>23.07</td> <td>13.55</td> <td>8.07</td> </tr> <tr> <td>M9</td> <td>23.16</td> <td>13.45</td> <td>8.26</td> </tr> <tr> <td>M10</td> <td>22.98</td> <td>13.64</td> <td>8.25</td> </tr> <tr> <td>Promedio</td> <td></td> <td>23.12</td> <td>13.48</td> <td>8.18</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de muestra</th> <th>Descripción</th> <th>Largo (mm)</th> <th>Ancho (mm)</th> <th>Alto (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">LADRILLOS ECOLÓGICOS CON 40% DE ARENA DE SILICE</td> <td>Dimensión nominal (mm)</td> <td>225.0</td> <td>125.0</td> <td>85.0</td> </tr> <tr> <td>Dimensión promedio (mm)</td> <td>230.2</td> <td>134.8</td> <td>81.8</td> </tr> <tr> <td>Variación dimensional</td> <td>-2.31%</td> <td>-7.84%</td> <td>3.76%</td> </tr> </tbody> </table>					Tipo de muestra	Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	LADRILLOS ECOLÓGICOS CON 45% DE ARENA DE SILICE	M1	22.73	13.55	8.10	M2	23.15	13.34	8.22	M3	23	13.34	8.23	M4	23.02	13.48	8.17	M5	24.1	13.51	8.16	M6	22.9	13.50	8.18	M7	23.09	13.43	8.18	M8	23.07	13.55	8.07	M9	23.16	13.45	8.26	M10	22.98	13.64	8.25	Promedio		23.12	13.48	8.18	Tipo de muestra	Descripción	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	LADRILLOS ECOLÓGICOS CON 40% DE ARENA DE SILICE	Dimensión nominal (mm)	225.0	125.0	85.0	Dimensión promedio (mm)	230.2	134.8	81.8	Variación dimensional	-2.31%	-7.84%	3.76%
Tipo de muestra	Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)																																																																					
LADRILLOS ECOLÓGICOS CON 45% DE ARENA DE SILICE	M1	22.73	13.55	8.10																																																																					
	M2	23.15	13.34	8.22																																																																					
	M3	23	13.34	8.23																																																																					
	M4	23.02	13.48	8.17																																																																					
	M5	24.1	13.51	8.16																																																																					
	M6	22.9	13.50	8.18																																																																					
	M7	23.09	13.43	8.18																																																																					
	M8	23.07	13.55	8.07																																																																					
	M9	23.16	13.45	8.26																																																																					
	M10	22.98	13.64	8.25																																																																					
Promedio		23.12	13.48	8.18																																																																					
Tipo de muestra	Descripción	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)																																																																					
LADRILLOS ECOLÓGICOS CON 40% DE ARENA DE SILICE	Dimensión nominal (mm)	225.0	125.0	85.0																																																																					
	Dimensión promedio (mm)	230.2	134.8	81.8																																																																					
	Variación dimensional	-2.31%	-7.84%	3.76%																																																																					
OBSERVACIONES:																																																																									
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR																																																																						
																																																																									
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera María Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martínez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eriyn Giordany																																																																						
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:																																																																						

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA		
NORMA:	NTP 331.07, NTP 399.613 Y NTP 399.604		
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	ROJO
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN
FECHA DE ENSAYO:	30/11/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE

Tipo de muestra	Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
LADRILLOS ECOLÓGICOS CON 50% DE ARENA DE SÍLICE	M1	23.01	13.63	8.13
	M2	22.98	13.64	8.08
	M3	23.28	13.6	8.03
	M4	23.36	13.51	8.05
	M5	23.24	13.56	8.25
	M6	23.00	13.53	8.1
	M7	23.22	13.66	8.18
	M8	22.94	13.67	8.16
	M9	23.19	13.7	8.03
	M10	23.12	13.43	8.14
	Promedio	23.13	13.59	8.12

Tipo de muestra	Descripción	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
LADRILLOS ECOLÓGICOS CON 50% DE ARENA DE SÍLICE	Dimensión nominal (mm)	225.0	125.0	85.0
	Dimensión promedio (mm)	230.2	135.9	81.2
	Variación dimensional	-2.31%	-8.72%	4.47%

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eryln Giordany
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:

Anexo 27

Protocolos de ensayo de succión

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA							
PROTOCOLO							
ENSAYO:	SUCCIÓN						
NORMA:	NTP 331.07, NTP 399.613 Y NTP 399.604						
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA						
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO				
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	ROJO				
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN				
FECHA DE ENSAYO:	2/12/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE				
Ladrillos ecológicos con 40 % de arena de sílice	Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm2)	Ps (gr)	Pm (gr)	Succión (gr/cm2)
	M1-6	23.07	13.64	314.67	3532.20	3583.10	32.35
	M1-7	22.98	13.63	313.22	3569.80	3608.60	24.77
	M1-8	22.94	13.45	308.54	3492.40	3528.10	23.14
	M1-9	22.92	13.45	308.27	3543.20	3587.60	28.81
	M1-10	23.16	13.39	310.11	3516.80	3564.40	30.70
Succión promedio	27.95 gr/200 cm2-min						
Ladrillos ecológicos con 45% de arena de sílice	Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm2)	Ps (gr)	Pm (gr)	Succión (gr/cm2)
	M2-6	22.90	13.50	309.15	3232.00	3292.70	39.27
	M2-7	23.09	13.43	310.10	3273.80	3319.70	29.80
	M2-8	23.07	13.55	312.60	3273.90	3354.30	51.44
	M2-9	23.16	13.45	311.50	3297.40	3347.70	32.30
	M2-10	22.98	13.64	313.45	3261.20	3313.00	33.05
Succión promedio	37.13 gr/200 cm2-min						
Ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice	Muestra	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm2)	Ps (gr)	Pm (gr)	Succión (gr/cm2)
	M3-6	23.00	13.53	311.19	3482.30	3547.10	41.65
	M3-7	23.22	13.66	317.19	3660.00	3661.00	13.24
	M3-8	22.94	13.67	313.69	3407.60	3470.20	39.92
	M3-9	23.19	13.70	317.70	3724.10	3730.30	3.90
	M3-10	23.12	13.43	310.50	3546.70	3555.10	5.41
Succión promedio	20.82 gr/200 cm2-min						
OBSERVACIONES:							
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR				
							
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana -	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eilyn Giordany				
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:				

Anexo 28

Protocolos de ensayo de absorción

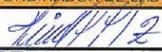
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ABSORCIÓN		
NORMA:	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.606		
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO
UBICACION:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	ROJO
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN
FECHA DE ENSAYO:	2/12/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE

	Muestra	Ws (gr)	Wh (gr)	%Absorción
Ladrillos ecológicos con 40 % de arena de sílice	M1-6	3468.70	4010.60	15.62
	M1-7	3466.30	4036.40	16.45
	M1-8	3385.70	3988.90	17.82
	M1-9	3338.90	3941.10	18.04
	M1-10	3479.30	4077.00	17.18
Absorción promedio				17.02

	Muestra	Ws (gr)	Wh (gr)	%Absorción
Ladrillos ecológicos con 45% de arena de sílice	M2-6	3101.90	3812.60	22.91
	M2-7	3153.70	3899.70	23.65
	M2-8	3263.40	3928.00	20.37
	M2-9	3241.90	3929.10	21.20
	M2-10	3074.50	3895.90	26.72
Absorción promedio				22.97

	Muestra	Ws (gr)	Wh (gr)	%Absorción
Ladrillos ecológicos con 50% de arena de sílice	M3-6	3375.20	4003.10	18.60
	M3-7	3256.00	3995.60	22.71
	M3-8	3302.10	3965.00	20.08
	M3-9	3334.00	3975.60	19.24
	M3-10	3355.70	4043.20	20.49
Absorción promedio				20.22

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eryln Giordany
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:

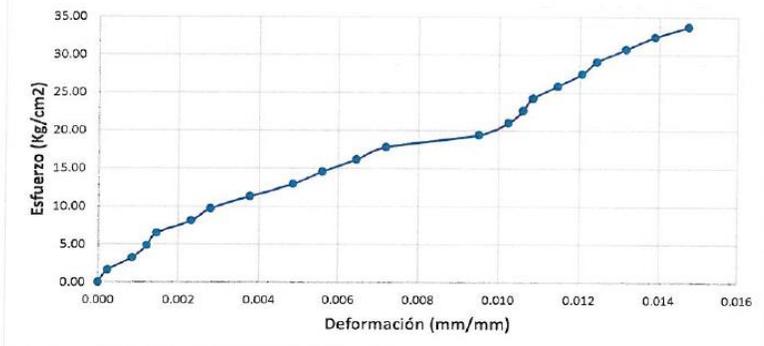
Anexo 33

Protocolos de resistencia a la compresión

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																																																																																																																																																																																																																			
	PROTOCOLO																																																																																																																																																																																																																		
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN																																																																																																																																																																																																																	
	NORMA:	NTP 331.07, NTP 399.613 Y NTP 399.604																																																																																																																																																																																																																	
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA																																																																																																																																																																																																																		
CANTERA:	COLCAPAMPA			TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO																																																																																																																																																																																																														
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA			COLOR DE MATERIAL:	ROJO																																																																																																																																																																																																														
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022			RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN																																																																																																																																																																																																														
FECHA DE ENSAYO:	06/12/2022			REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE																																																																																																																																																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Tipo de muestra</th> <th>Muestra</th> <th>L</th> <th>A</th> <th>H</th> <th>Área</th> <th>Carga Pu (kg)</th> <th>f'c kg/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5" style="text-align: center;">LADRILLOS ECOLÓGICOS CON 45% DE ARENA DE SÍLICE</td> <td>M1-1</td> <td>22.90</td> <td>13.5</td> <td>8.21</td> <td>309.15</td> <td>10415</td> <td>33.69</td> </tr> <tr> <td>M1-2</td> <td>22.80</td> <td>13.3</td> <td>8.25</td> <td>303.74</td> <td>11091</td> <td>36.57</td> </tr> <tr> <td>M1-3</td> <td>22.88</td> <td>13.6</td> <td>8.22</td> <td>311.17</td> <td>12451</td> <td>40.01</td> </tr> <tr> <td>M1-4</td> <td>22.84</td> <td>13.2</td> <td>8.12</td> <td>301.49</td> <td>12807</td> <td>42.48</td> </tr> <tr> <td>M1-5</td> <td>22.86</td> <td>13.5</td> <td>8.28</td> <td>308.61</td> <td>10823</td> <td>35.07</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Resistencia promedio (f'c prom)</td> <td>37.57</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Desviación estándar (σ)</td> <td>3.62</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Resistencia característica (f'c en kg/cm²)</td> <td>33.95</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Tipo de muestra</th> <th>Muestra</th> <th>L</th> <th>A</th> <th>H</th> <th>Área</th> <th>Carga Pu (kg)</th> <th>f'c kg/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5" style="text-align: center;">LADRILLOS ECOLÓGICOS CON 45% DE ARENA DE SÍLICE</td> <td>M2-1</td> <td>22.93</td> <td>13.14</td> <td>8.18</td> <td>301.30</td> <td>12692</td> <td>42.12</td> </tr> <tr> <td>M2-2</td> <td>22.85</td> <td>13.35</td> <td>8.18</td> <td>305.05</td> <td>12568</td> <td>41.20</td> </tr> <tr> <td>M2-3</td> <td>22.60</td> <td>13.44</td> <td>8.07</td> <td>303.74</td> <td>11340</td> <td>37.33</td> </tr> <tr> <td>M2-4</td> <td>23.00</td> <td>13.28</td> <td>8.26</td> <td>305.44</td> <td>14783</td> <td>48.40</td> </tr> <tr> <td>M2-5</td> <td>22.99</td> <td>13.24</td> <td>8.25</td> <td>304.39</td> <td>13102</td> <td>43.04</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Resistencia promedio (f'c prom)</td> <td>42.42</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Desviación estándar (σ)</td> <td>3.99</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Resistencia característica (f'c en kg/cm²)</td> <td>38.43</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Tipo de muestra</th> <th>Muestra</th> <th>L</th> <th>A</th> <th>H</th> <th>Área</th> <th>Carga Pu (kg)</th> <th>f'c kg/cm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5" style="text-align: center;">LADRILLOS ECOLÓGICOS CON 50% DE ARENA DE SÍLICE</td> <td>M3-1</td> <td>23.19</td> <td>13.4</td> <td>8.30</td> <td>310.75</td> <td>14034</td> <td>45.16</td> </tr> <tr> <td>M3-2</td> <td>23.23</td> <td>13.58</td> <td>8.08</td> <td>315.46</td> <td>15463</td> <td>49.02</td> </tr> <tr> <td>M3-3</td> <td>22.95</td> <td>13.5</td> <td>8.03</td> <td>309.83</td> <td>17315</td> <td>55.89</td> </tr> <tr> <td>M3-4</td> <td>22.96</td> <td>13.5</td> <td>8.05</td> <td>309.96</td> <td>16191</td> <td>52.24</td> </tr> <tr> <td>M3-5</td> <td>22.96</td> <td>13.5</td> <td>8.10</td> <td>309.96</td> <td>16066</td> <td>51.83</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Resistencia promedio (f'c prom)</td> <td>50.83</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Desviación estándar (σ)</td> <td>4.00</td> </tr> <tr> <td colspan="7">Resistencia característica (f'c en kg/cm²)</td> <td>46.83</td> </tr> </tbody> </table>								Tipo de muestra	Muestra	L	A	H	Área	Carga Pu (kg)	f'c kg/cm ²	LADRILLOS ECOLÓGICOS CON 45% DE ARENA DE SÍLICE	M1-1	22.90	13.5	8.21	309.15	10415	33.69	M1-2	22.80	13.3	8.25	303.74	11091	36.57	M1-3	22.88	13.6	8.22	311.17	12451	40.01	M1-4	22.84	13.2	8.12	301.49	12807	42.48	M1-5	22.86	13.5	8.28	308.61	10823	35.07	Resistencia promedio (f'c prom)							37.57	Desviación estándar (σ)							3.62	Resistencia característica (f'c en kg/cm ²)							33.95	Tipo de muestra	Muestra	L	A	H	Área	Carga Pu (kg)	f'c kg/cm ²	LADRILLOS ECOLÓGICOS CON 45% DE ARENA DE SÍLICE	M2-1	22.93	13.14	8.18	301.30	12692	42.12	M2-2	22.85	13.35	8.18	305.05	12568	41.20	M2-3	22.60	13.44	8.07	303.74	11340	37.33	M2-4	23.00	13.28	8.26	305.44	14783	48.40	M2-5	22.99	13.24	8.25	304.39	13102	43.04	Resistencia promedio (f'c prom)							42.42	Desviación estándar (σ)							3.99	Resistencia característica (f'c en kg/cm ²)							38.43	Tipo de muestra	Muestra	L	A	H	Área	Carga Pu (kg)	f'c kg/cm ²	LADRILLOS ECOLÓGICOS CON 50% DE ARENA DE SÍLICE	M3-1	23.19	13.4	8.30	310.75	14034	45.16	M3-2	23.23	13.58	8.08	315.46	15463	49.02	M3-3	22.95	13.5	8.03	309.83	17315	55.89	M3-4	22.96	13.5	8.05	309.96	16191	52.24	M3-5	22.96	13.5	8.10	309.96	16066	51.83	Resistencia promedio (f'c prom)							50.83	Desviación estándar (σ)							4.00	Resistencia característica (f'c en kg/cm ²)							46.83
Tipo de muestra	Muestra	L	A	H	Área	Carga Pu (kg)	f'c kg/cm ²																																																																																																																																																																																																												
LADRILLOS ECOLÓGICOS CON 45% DE ARENA DE SÍLICE	M1-1	22.90	13.5	8.21	309.15	10415	33.69																																																																																																																																																																																																												
	M1-2	22.80	13.3	8.25	303.74	11091	36.57																																																																																																																																																																																																												
	M1-3	22.88	13.6	8.22	311.17	12451	40.01																																																																																																																																																																																																												
	M1-4	22.84	13.2	8.12	301.49	12807	42.48																																																																																																																																																																																																												
	M1-5	22.86	13.5	8.28	308.61	10823	35.07																																																																																																																																																																																																												
Resistencia promedio (f'c prom)							37.57																																																																																																																																																																																																												
Desviación estándar (σ)							3.62																																																																																																																																																																																																												
Resistencia característica (f'c en kg/cm ²)							33.95																																																																																																																																																																																																												
Tipo de muestra	Muestra	L	A	H	Área	Carga Pu (kg)	f'c kg/cm ²																																																																																																																																																																																																												
LADRILLOS ECOLÓGICOS CON 45% DE ARENA DE SÍLICE	M2-1	22.93	13.14	8.18	301.30	12692	42.12																																																																																																																																																																																																												
	M2-2	22.85	13.35	8.18	305.05	12568	41.20																																																																																																																																																																																																												
	M2-3	22.60	13.44	8.07	303.74	11340	37.33																																																																																																																																																																																																												
	M2-4	23.00	13.28	8.26	305.44	14783	48.40																																																																																																																																																																																																												
	M2-5	22.99	13.24	8.25	304.39	13102	43.04																																																																																																																																																																																																												
Resistencia promedio (f'c prom)							42.42																																																																																																																																																																																																												
Desviación estándar (σ)							3.99																																																																																																																																																																																																												
Resistencia característica (f'c en kg/cm ²)							38.43																																																																																																																																																																																																												
Tipo de muestra	Muestra	L	A	H	Área	Carga Pu (kg)	f'c kg/cm ²																																																																																																																																																																																																												
LADRILLOS ECOLÓGICOS CON 50% DE ARENA DE SÍLICE	M3-1	23.19	13.4	8.30	310.75	14034	45.16																																																																																																																																																																																																												
	M3-2	23.23	13.58	8.08	315.46	15463	49.02																																																																																																																																																																																																												
	M3-3	22.95	13.5	8.03	309.83	17315	55.89																																																																																																																																																																																																												
	M3-4	22.96	13.5	8.05	309.96	16191	52.24																																																																																																																																																																																																												
	M3-5	22.96	13.5	8.10	309.96	16066	51.83																																																																																																																																																																																																												
Resistencia promedio (f'c prom)							50.83																																																																																																																																																																																																												
Desviación estándar (σ)							4.00																																																																																																																																																																																																												
Resistencia característica (f'c en kg/cm ²)							46.83																																																																																																																																																																																																												
OBSERVACIONES:																																																																																																																																																																																																																			
RESPONSABLE DEL ENSAYO		RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR																																																																																																																																																																																																													
																																																																																																																																																																																																																			
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana -		APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera Maria Clementina.		APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martínez, Jorge Luis		APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huaman, Eilyn Giordany																																																																																																																																																																																																													
				FECHA: 29/12/2022		FECHA:																																																																																																																																																																																																													

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
					
PROCOLO					
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
NORMA:	NTP 331.07, NTP 399.613 Y NTP 399.604				
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA				
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO		
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	ROJO		
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN		
FECHA DE ENSAYO:	6/12/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE		
Area		309.15	Longitud		
			82.10		
Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
M1-1	0	0.00	0.00	0.00000000	0.00
	500	0.02	1.62	0.00024361	6649.97
	1000	0.07	3.23	0.00085262	3788.32
	1500	0.1	4.85	0.00121803	3981.84
	2000	0.12	6.47	0.00146163	4426.56
	2500	0.19	8.09	0.00231425	3495.73
	3000	0.23	9.70	0.00280146	3462.48
	3500	0.31	11.32	0.00377588	2997.98
	4000	0.4	12.94	0.00487211	2655.93
	4500	0.46	14.56	0.00560292	2598.64
	5000	0.53	16.17	0.00645554	2504.83
	5500	0.59	17.79	0.00718636	2475.52
	6000	0.78	19.41	0.00950061	2043.03
	6500	0.84	21.03	0.01023143	2055.43
	7000	0.87	22.64	0.01059683	2136.49
	7500	0.89	24.26	0.01084044	2237.92
	8000	0.94	25.88	0.01144945	2260.37
8500	0.99	27.49	0.01205847	2279.73	
9000	1.02	29.11	0.01242387	2343.07	
9500	1.08	30.73	0.01315469	2336.05	
10000	1.14	32.35	0.01388551	2329.77	
10415	1.21	33.69	0.01473812	2285.91	

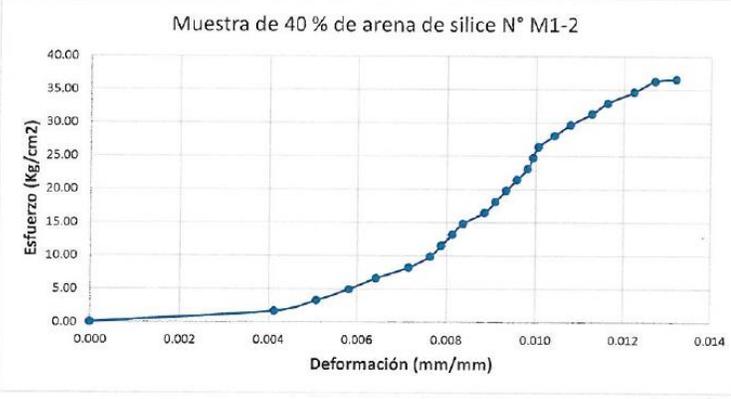
Muestra de 40 % de arena de sílice N° M1-1

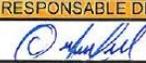


OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huaman, Eryln Giordany
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
NORMA:	NTP 331.07.NTP 399.613 Y NTP 399.604				
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA				
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO		
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	ROJO		
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN		
FECHA DE ENSAYO:	6/12/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE		
Area 303.24 Longitud 82.5					
Muestras	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
M1-2	0	0.00	0.00	0.00000000	0.00
	500	0.34	1.65	0.00412121	400.37
	1000	0.42	3.30	0.00509091	642.71
	1500	0.48	4.95	0.00581818	843.56
	2000	0.53	6.60	0.00642424	1018.64
	2500	0.59	8.24	0.00715152	1142.43
	3000	0.63	9.89	0.00763636	1284.13
	3500	0.65	11.54	0.00787879	1452.26
	4000	0.67	13.19	0.00812121	1610.36
	4500	0.69	14.84	0.00836364	1759.29
	5000	0.73	16.49	0.00884848	1847.78
	5500	0.75	18.14	0.00909091	1978.47
	6000	0.77	19.79	0.00933333	2102.37
	6500	0.79	21.44	0.00957576	2219.99
	7000	0.81	23.08	0.00981818	2330.80
	7500	0.82	24.73	0.00993939	2466.97
	8000	0.83	26.38	0.01006061	2599.86
	8500	0.86	28.03	0.01042424	2666.11
	9000	0.89	29.68	0.01078788	2727.89
	9500	0.93	31.33	0.01127273	2755.69
10000	0.96	32.98	0.01163636	2810.17	
10500	1.01	34.63	0.01224242	2804.69	
11000	1.05	36.27	0.01272727	2825.60	
11091	1.09	36.57	0.01321212	2744.43	

Muestra de 40 % de arena de sílice N° M1-2



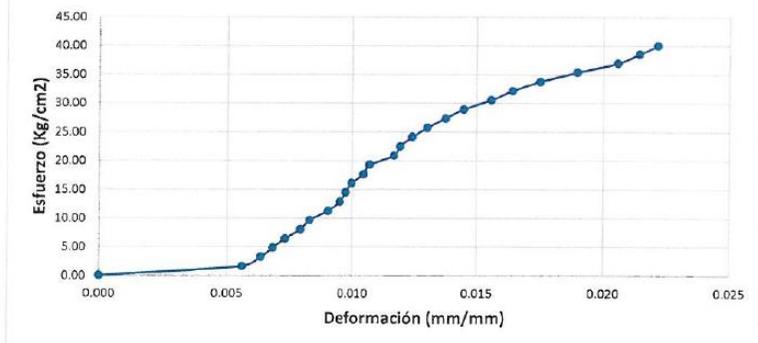
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera María Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martínez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Ertlyn Giordany
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
NORMA:	NTP 331.07, NTP 399.613 Y NTP 399.604		
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	ROJO
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN
FECHA DE ENSAYO:	6/12/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTÍNEZ, JORGE

Area 311.17 Longitud 82.2

Muestras	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
M1-3	0	0.00	0.00	0.00000000	0.00
	500	0.46	1.61	0.00559611	287.70
	1000	0.52	3.21	0.00632603	507.43
	1500	0.56	4.82	0.00681265	707.51
	2000	0.6	6.43	0.00729927	880.91
	2500	0.65	8.03	0.00790754	1015.49
	3000	0.68	9.64	0.00827251	1165.31
	3500	0.74	11.25	0.00900243	1249.66
	4000	0.78	12.85	0.00948905	1354.19
	4500	0.8	14.46	0.00973236	1485.77
	5000	0.82	16.07	0.00997567	1610.92
	5500	0.86	17.68	0.01046229	1689.88
	6000	0.88	19.28	0.01070560	1800.93
	6500	0.96	20.89	0.01167883	1788.71
	7000	0.98	22.50	0.01192214	1887.25
	7500	1.02	24.10	0.01240876	1942.18
	8000	1.07	25.71	0.01301703	1975.10
	8500	1.13	27.32	0.01374696	1987.35
	9000	1.19	28.92	0.01447689	1997.67
	9500	1.28	30.53	0.01557178	1960.60
10000	1.35	32.14	0.01642336	1956.97	
10500	1.44	33.74	0.01751825	1925.99	
11000	1.56	35.35	0.01897810	1862.67	
11500	1.69	36.96	0.02055961	1797.70	
12000	1.76	38.56	0.02141119	1800.93	
12451	1.82	40.01	0.02214112	1807.04	

Muestra de 40 % de arena de sílice N° M1-3



OBSERVACIONES:

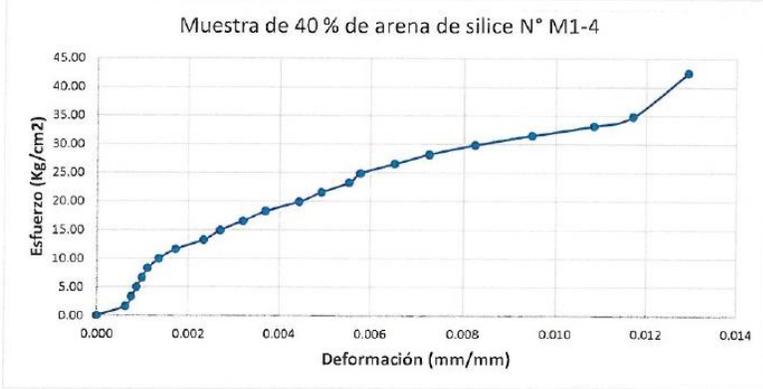
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera María Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martínez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Ertyn Giordany
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:

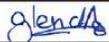
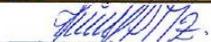
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
NORMA:	NTP 331.07, NTP 399.613 Y NTP 399.604		
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	ROJO
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN
FECHA DE ENSAYO:	6/12/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE

Area	301.49	Longitud	81.2
------	--------	----------	------

Muestras	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
M1-4	0	0.00	0.00	0.00000000	0.00
	500	0.05	1.86	0.00061576	2695.86
	1000	0.06	3.32	0.00073892	4493.04
	1500	0.07	4.98	0.00086207	5776.79
	2000	0.08	6.63	0.00098522	6729.46
	2500	0.09	8.29	0.00110837	7479.45
	3000	0.11	9.95	0.00135468	7344.91
	3500	0.14	11.61	0.00172414	6733.79
	4000	0.19	13.27	0.00233990	5671.18
	4500	0.22	14.93	0.00270936	5510.53
	5000	0.26	16.58	0.00320197	5178.06
	5500	0.3	18.24	0.00369458	4936.96
	6000	0.36	19.90	0.00443350	4488.55
	6500	0.4	21.56	0.00492611	4376.68
	7000	0.45	23.22	0.00554187	4189.92
	7500	0.47	24.88	0.00578818	4298.42
	8000	0.53	26.53	0.00652709	4064.60
	8500	0.59	28.19	0.00726601	3879.71
	9000	0.67	29.85	0.00825123	3617.64
	9500	0.77	31.51	0.00948276	3322.87
10000	0.88	33.17	0.01083744	3060.69	
10500	0.95	34.83	0.01169951	2977.05	
12807	1.05	42.48	0.01293103	3285.12	

Muestra de 40 % de arena de sílice N° M1-4



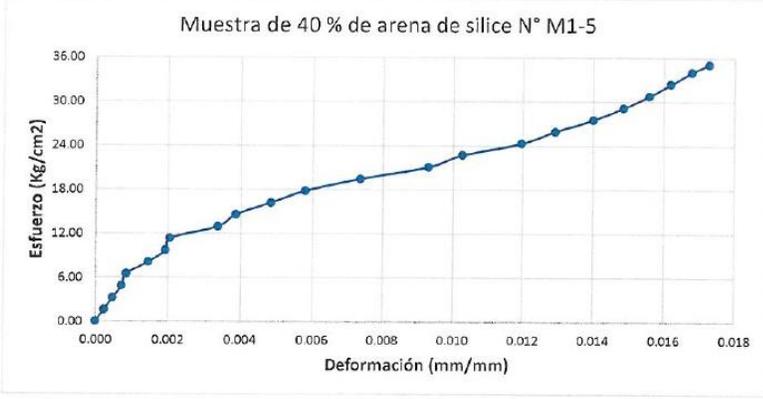
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera María Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martínez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Erlin Giordany
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:

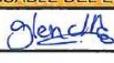
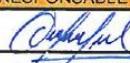
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
NORMA:	NTP 331.07, NTP 399.613 Y NTP 399.604		
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	ROJO
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN
FECHA DE ENSAYO:	6/12/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE

Area	308.61	Longitud	82.8
------	--------	----------	------

Muestras	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
M1-5	0	0.00	0.00	0.00000000	0.00
	500	0.02	1.62	0.00024155	6706.69
	1000	0.04	3.24	0.00048309	6706.82
	1500	0.06	4.86	0.00072464	6706.78
	2000	0.07	6.48	0.00084541	7664.92
	2500	0.12	8.10	0.00144928	5588.98
	3000	0.16	9.72	0.00193237	5030.09
	3500	0.17	11.34	0.00205314	5523.25
	4000	0.28	12.96	0.00338164	3832.46
	4500	0.32	14.58	0.00386473	3772.58
	5000	0.4	16.20	0.00483092	3353.40
	5500	0.48	17.82	0.00579710	3073.95
	6000	0.61	19.44	0.00736715	2638.74
	6500	0.77	21.06	0.00929952	2264.63
	7000	0.85	22.68	0.01026570	2209.30
	7500	0.99	24.30	0.01195652	2032.36
	8000	1.07	25.92	0.01292271	2005.77
	8500	1.16	27.54	0.01400966	1965.79
	9000	1.23	29.16	0.01485507	1962.97
	9500	1.29	30.78	0.01557971	1975.65
10000	1.34	32.40	0.01618357	2002.03	
10500	1.39	34.02	0.01678744	2026.52	
10823	1.43	35.07	0.01727053	2030.63	

Muestra de 40 % de arena de sílice N° M1-5



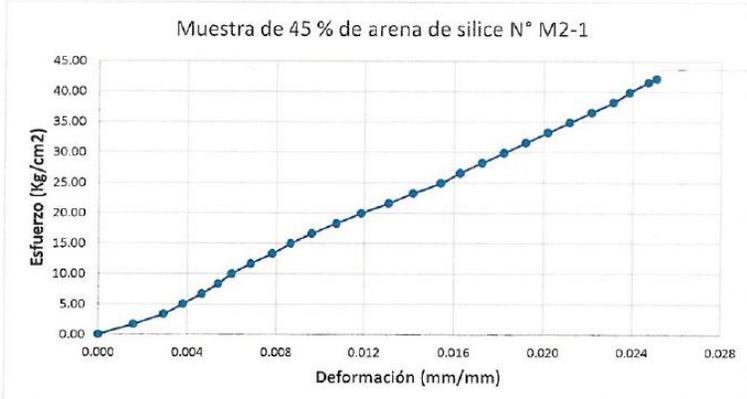
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eryln Giordany
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:

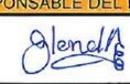
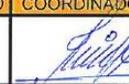
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
NORMA:	NTP 331.07, NTP 399.613 Y NTP 399.604		
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO
UBICACION:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	ROJO
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN
FECHA DE ENSAYO:	6/12/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE

Área	301.30	Longitud	81.80
------	--------	----------	-------

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm ²	ε (mm/mm)	E kg/cm ²
M2-1	0	0.00	0.00	0.00	0.00
M2-1	500	0.13	1.66	0.00158924	1044.52
M2-1	1000	0.24	3.32	0.00293399	1131.56
M2-1	1500	0.31	4.98	0.00378973	1314.08
M2-1	2000	0.38	6.64	0.00464548	1429.35
M2-1	2500	0.44	8.30	0.00537897	1543.05
M2-1	3000	0.49	9.96	0.00599022	1662.71
M2-1	3500	0.56	11.62	0.00684597	1697.35
M2-1	4000	0.64	13.28	0.00782396	1697.35
M2-1	4500	0.71	14.94	0.00867971	1721.26
M2-1	5000	0.79	16.59	0.0096577	1717.80
M2-1	5500	0.88	18.25	0.01075795	1696.42
M2-1	6000	0.97	19.91	0.01185819	1679.01
M2-1	6500	1.07	21.57	0.01308068	1649.00
M2-1	7000	1.16	23.23	0.01418093	1638.12
M2-1	7500	1.26	24.89	0.01540342	1615.87
M2-1	8000	1.33	26.55	0.01625917	1632.92
M2-1	8500	1.41	28.21	0.01723716	1636.58
M2-1	9000	1.49	29.87	0.01821516	1639.84
M2-1	9500	1.57	31.53	0.01919315	1642.77
M2-1	10000	1.65	33.19	0.02017115	1645.42
M2-1	10500	1.73	34.85	0.02114914	1647.82
M2-1	11000	1.81	36.51	0.02212714	1650.01
M2-1	11500	1.89	38.17	0.02310513	1652.01
M2-1	12000	1.95	39.83	0.02383863	1670.82
M2-1	12500	2.02	41.49	0.02469438	1680.14
M2-1	12892	2.05	42.12	0.02506112	1680.69

Muestra de 45 % de arena de sílice N° M2-1

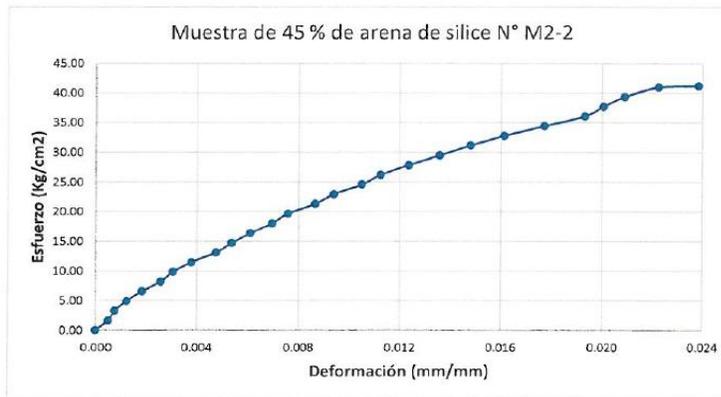


OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Erlin Giordany
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
NORMA:	NTP 331.07, NTP 399.613 Y NTP 399.604		
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	ROJO
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN
FECHA DE ENSAYO:	6/12/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE

Área 305.05 Longitud 81.8

Muestras	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	500	0.04	1.64	0.000489	3353.78
	1000	0.06	3.28	0.0007335	4507.51
	1500	0.1	4.92	0.00122249	4056.75
	2000	0.15	6.56	0.00183374	3606
	2500	0.21	8.20	0.00256724	3219.64
	3000	0.25	9.83	0.00305623	3245.4
	3500	0.31	11.47	0.00378973	3053.46
	4000	0.39	13.11	0.00476773	2773.84
	4500	0.44	14.75	0.00537897	2765.96
	5000	0.5	16.39	0.00611247	2704.5
	5500	0.57	18.03	0.00696822	2609.6
	6000	0.62	19.67	0.00757946	2617.26
	6500	0.71	21.31	0.00867971	2475.95
	7000	0.77	22.95	0.0094132	2458.63
	7500	0.86	24.59	0.01051345	2358.57
	8000	0.92	26.23	0.01124694	2351.74
	8500	1.01	27.86	0.01234719	2276.06
	9000	1.11	29.50	0.01356968	2192.83
	9500	1.21	31.14	0.01479218	2123.36
	10000	1.32	32.78	0.01613692	2048.86
	10500	1.45	34.42	0.01772616	1958.43
	11000	1.58	36.06	0.0193154	1882.88
	11500	1.64	37.70	0.0200489	1896.45
	12000	1.71	39.34	0.02090465	1897.89
	12500	1.82	40.98	0.02224939	1857.48
	12568	1.95	41.20	0.02383863	1743.08



OBSERVACIONES:

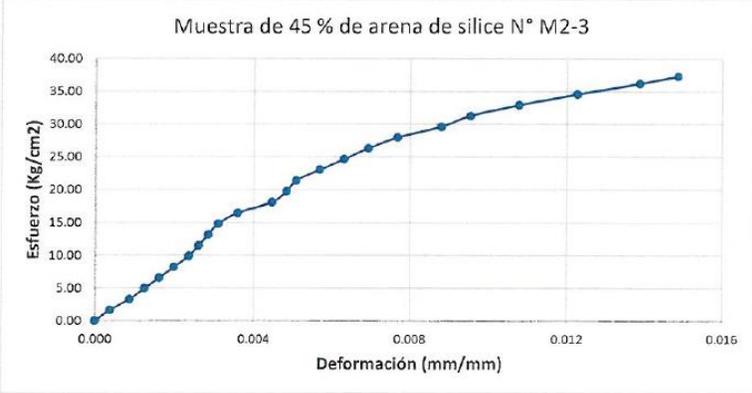
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Erlyn Giordany
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
NORMA:	NTP 331.07, NTP 399.613 Y NTP 399.604		
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	ROJO
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN
FECHA DE ENSAYO:	6/12/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE

Area	303.74	Longitud	80.7
------	--------	----------	------

Muestras	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
M2-3	0	0.00	0.00	0.00000000	0.00
	500	0.03	1.65	0.00037175	4438.47
	1000	0.07	3.29	0.00086741	3866.04
	1500	0.1	4.94	0.00123916	4059.32
	2000	0.13	6.58	0.00161090	4163.42
	2500	0.16	8.23	0.00198265	4228.48
	3000	0.19	9.88	0.00235440	4272.98
	3500	0.21	11.52	0.00260223	4510.39
	4000	0.23	13.17	0.00285006	4706.49
	4500	0.25	14.82	0.00309789	4871.21
	5000	0.29	16.46	0.00359356	4665.91
	5500	0.36	18.11	0.00446097	4134.51
	6000	0.39	19.75	0.00483271	4163.42
	6500	0.41	21.40	0.00508055	4290.36
	7000	0.46	23.05	0.00570012	4118.17
	7500	0.51	24.69	0.00631970	3979.74
	8000	0.56	26.34	0.00693928	3866.04
	8500	0.62	27.98	0.00768278	3710.15
	9000	0.71	29.63	0.00879802	3430.43
	9500	0.77	31.28	0.00954151	3338.85
10000	0.87	32.92	0.01078067	3110.61	
10500	0.99	34.57	0.01226786	2870.24	
11000	1.12	36.22	0.01387856	2657.90	
11340	1.2	37.33	0.01486989	2557.38	

Muestra de 45 % de arena de sílice N° M2-3



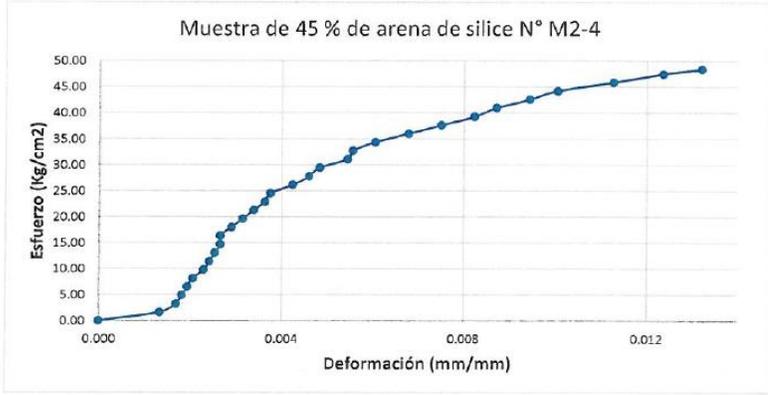
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huaman, Erlyn Giordany
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:

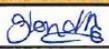
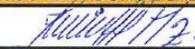
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION		
NORMA:	NTP 331.07, NTP 399.613 Y NTP 399.804		
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	ROJO
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN
FECHA DE ENSAYO:	6/12/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE

Area	305.44	Longitud	82.6
------	--------	----------	------

Muestras	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm ²	ε (mm/mm)	E kg/cm ²
M2-4	0	0.00	0.00	0.00	0.00
M2-4	500	0.11	1.64	0.00133172	1231.49
M2-4	1000	0.14	3.27	0.00169492	1929.29
M2-4	1500	0.15	4.91	0.00181598	2703.77
M2-4	2000	0.16	6.55	0.00193705	3381.43
M2-4	2500	0.17	8.18	0.00205811	3974.52
M2-4	3000	0.19	9.82	0.00230024	4269.12
M2-4	3500	0.2	11.46	0.00242131	4732.98
M2-4	4000	0.21	13.10	0.00254237	5152.67
M2-4	4500	0.22	14.73	0.00266344	5530.44
M2-4	5000	0.22	16.37	0.00286344	6146.19
M2-4	5500	0.24	18.01	0.00290557	6198.44
M2-4	6000	0.26	19.64	0.00314770	6239.48
M2-4	6500	0.28	21.28	0.00338983	6277.60
M2-4	7000	0.3	22.92	0.00363196	6310.64
M2-4	7500	0.31	24.55	0.00375303	6541.38
M2-4	8000	0.35	26.19	0.00423729	6180.84
M2-4	8500	0.38	27.83	0.00460048	6049.37
M2-4	9000	0.4	29.47	0.00484262	6085.55
M2-4	9500	0.45	31.10	0.00544794	5708.58
M2-4	10000	0.46	32.74	0.00556901	5878.96
M2-4	10500	0.5	34.38	0.00605327	5679.57
M2-4	11000	0.56	36.01	0.00677966	5311.48
M2-4	11500	0.62	37.65	0.00750605	5015.95
M2-4	12000	0.68	39.29	0.00823245	4772.58
M2-4	12500	0.72	40.92	0.00871671	4694.43
M2-4	13000	0.78	42.56	0.00944310	4506.99
M2-4	13500	0.83	44.20	0.01004843	4399.70
M2-4	14000	0.93	45.84	0.01125908	4071.38
M2-4	14500	1.02	47.47	0.01234867	3844.14
M2-4	14783	1.09	48.40	0.01319613	3667.74

Muestra de 45 % de arena de sílice N° M2-4



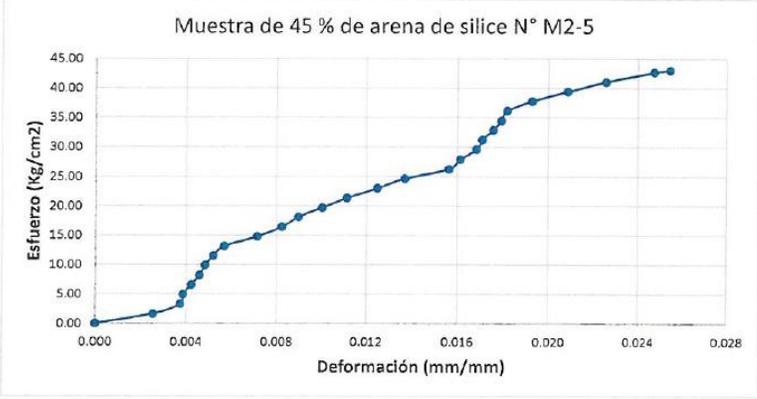
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera María Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martínez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eriyn Giordany
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
NORMA:	NTP 331.07, NTP 399.613 Y NTP 399.604		
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	ROJO
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN
FECHA DE ENSAYO:	6/12/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE

Área	304.39	Longitud	82.5
------	--------	----------	------

Muestras	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
M2-5	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	500	0.21	1.64	0.00254545	644.29
	1000	0.31	3.29	0.00375758	875.56
	1500	0.32	4.93	0.00387879	1271.01
	2000	0.35	6.57	0.00424242	1548.64
	2500	0.38	8.21	0.00460606	1782.43
	3000	0.4	9.86	0.00484848	2033.63
	3500	0.43	11.50	0.00521212	2206.40
	4000	0.47	13.14	0.00569697	2306.49
	4500	0.59	14.78	0.00715152	2066.69
	5000	0.68	16.43	0.00824242	1993.35
	5500	0.74	18.07	0.00896970	2014.56
	6000	0.83	19.71	0.01006061	1959.13
	6500	0.92	21.35	0.01115152	1914.54
	7000	1.03	23.00	0.01248485	1842.23
	7500	1.13	24.64	0.01369697	1798.94
	8000	1.29	26.28	0.01563636	1680.70
	8500	1.33	27.92	0.01612121	1731.88
	9000	1.39	29.57	0.01684848	1755.05
	9500	1.41	31.21	0.01709091	1826.12
10000	1.45	32.85	0.01757576	1869.05	
10500	1.48	34.50	0.01793939	1923.14	
11000	1.5	36.14	0.01818182	1987.70	
11500	1.59	37.78	0.01927273	1960.28	
12000	1.72	39.42	0.02084848	1890.79	
12500	1.86	41.07	0.02254545	1821.65	
13000	2.04	42.71	0.02472727	1727.24	
13102	2.1	43.04	0.02545455	1690.86	

Muestra de 45 % de arena de sílice N° M2-5



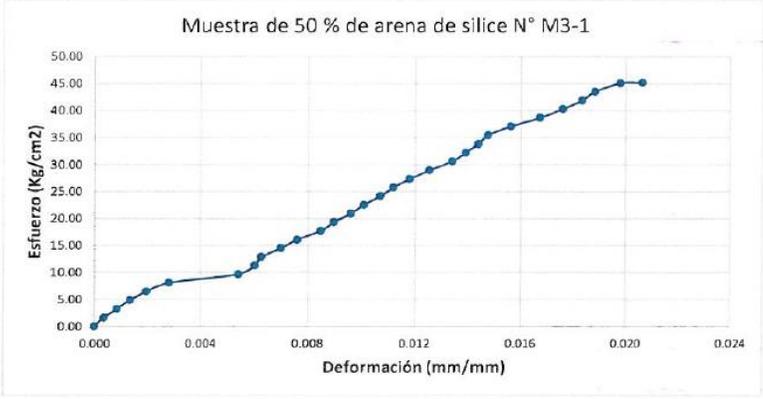
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eryn Giordany
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOKOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION		
NORMA:	NTP 331.07, NTP 399.613 Y NTP 399.604		
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SILICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	ROJO
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN
FECHA DE ENSAYO:	6/12/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE

Area	310.75	Longitud	81.30
------	--------	----------	-------

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
M3-1	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	500	0.03	1.61	0.00036900	4363.14
	1000	0.07	3.22	0.00086101	3739.79
	1500	0.11	4.83	0.00135301	3589.82
	2000	0.16	6.44	0.00196802	3272.32
	2500	0.23	8.05	0.00282903	2845.50
	3000	0.44	9.65	0.00541205	1783.06
	3500	0.49	11.26	0.00602706	1868.24
	4000	0.51	12.87	0.00627306	2051.63
	4500	0.57	14.48	0.00701107	2065.31
	5000	0.62	16.09	0.00782608	2109.87
	5500	0.69	17.70	0.00848708	2085.52
	6000	0.73	19.31	0.00897909	2150.55
	6500	0.78	20.92	0.00959410	2180.51
	7000	0.82	22.53	0.01008610	2233.77
	7500	0.87	24.14	0.01070111	2255.84
	8000	0.91	25.74	0.01119311	2299.63
	8500	0.96	27.35	0.01180812	2316.20
	9000	1.02	28.96	0.01254813	2308.28
	9500	1.09	30.57	0.01340713	2280.13
	10000	1.13	32.18	0.01389914	2315.25
	10500	1.17	33.79	0.01439114	2347.97
	11000	1.2	35.40	0.01476015	2398.35
	11500	1.27	37.01	0.01562116	2369.22
	12000	1.36	38.62	0.01672817	2308.68
	12500	1.43	40.23	0.01758918	2287.20
	13000	1.49	41.83	0.01832718	2282.40
	13500	1.53	43.44	0.01881919	2308.28
14000	1.61	45.05	0.01980320	2274.88	
14034	1.68	45.16	0.02066421	2185.42	

Muestra de 50 % de arena de sílice N° M3-1



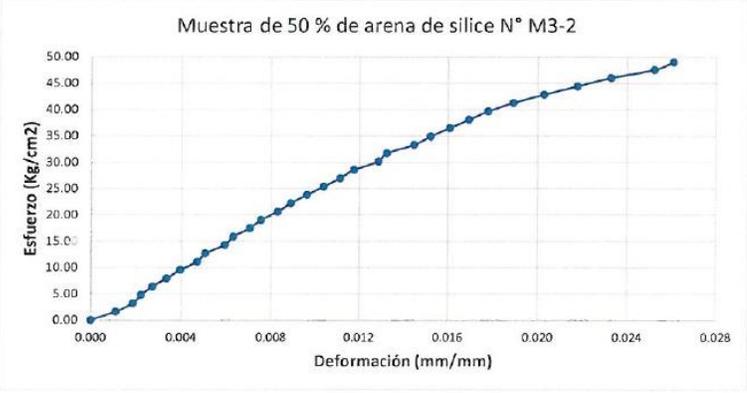
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huaman, Eriyn Giordany
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:

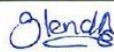
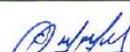
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
NORMA:	NTP 331 07, NTP 369.613 Y NTP 399.604		
TESIS:	ELABORACION DE LADRILLOS ECOLOGICOS A PARTIR DE ARENA DE SILICE PROCEDENTES DE LOS ALREDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	ROJO
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN
FECHA DE ENSAYO:	6/12/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE

Area	315.46	Longitud	80.8
------	--------	----------	------

Muestras	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
M3-2	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	500	0.09	1.58	0.00111386	1418.49
	1000	0.15	3.17	0.00185644	1707.57
	1500	0.18	4.75	0.00222772	2132.22
	2000	0.22	6.34	0.00272277	2328.51
	2500	0.27	7.92	0.00334158	2370.14
	3000	0.32	9.51	0.00396040	2401.27
	3500	0.38	11.09	0.00470297	2358.08
	4000	0.41	12.68	0.00507426	2498.89
	4500	0.48	14.26	0.00594059	2400.43
	5000	0.51	15.85	0.00631188	2511.14
	5500	0.57	17.43	0.00705446	2470.78
	6000	0.61	19.02	0.00754950	2519.37
	6500	0.67	20.60	0.00829208	2484.30
	7000	0.72	22.19	0.00891089	2490.21
	7500	0.78	23.77	0.00965347	2462.33
	8000	0.84	25.36	0.01039604	2439.39
	8500	0.9	26.94	0.01113861	2418.61
	9000	0.95	28.53	0.01175743	2426.55
	9500	1.04	30.11	0.01287129	2339.31
	10000	1.07	31.70	0.01324257	2393.80
	10500	1.17	33.28	0.01448020	2298.31
	11000	1.23	34.87	0.01522277	2290.65
	11500	1.3	36.45	0.01608911	2265.51
	12000	1.37	38.04	0.01695545	2243.53
	12500	1.44	39.62	0.01782178	2223.12
	13000	1.53	41.21	0.01893564	2176.32
	13500	1.64	42.79	0.02029703	2108.19
14000	1.76	44.38	0.02178218	2037.45	
14500	1.88	45.96	0.02326733	1975.30	
15000	2.04	47.55	0.02524752	1883.35	
15463	2.11	49.02	0.02611386	1877.16	

Muestra de 50 % de arena de sílice N° M3-2



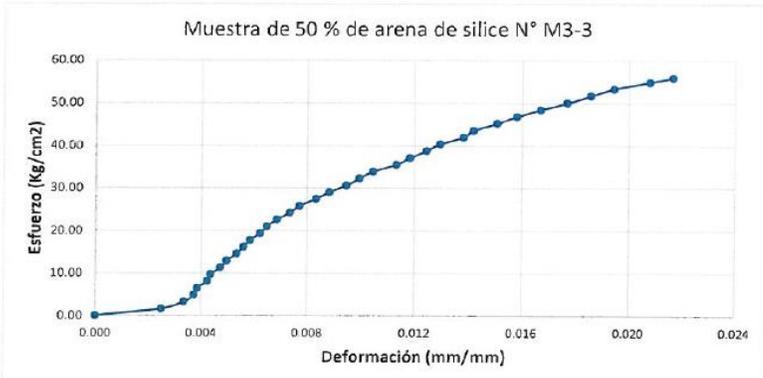
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eryln Giordany
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:

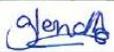
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
NORMA:	NTP 331.07, NTP 399.613 Y NTP 399.604		
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO
UBICACIÓN:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	ROJO
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN
FECHA DE ENSAYO:	6/12/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE

Area	309.83	Longitud	80.3
------	--------	----------	------

Muestras	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
M3-3	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	500	0.2	1.61	0.00249068	646.42
	1000	0.27	3.23	0.00336239	960.63
	1500	0.3	4.84	0.00373599	1295.51
	2000	0.31	6.46	0.00386052	1673.35
	2500	0.34	8.07	0.00423412	1905.95
	3000	0.35	9.68	0.00435866	2220.87
	3500	0.38	11.30	0.00473225	2387.87
	4000	0.4	12.91	0.00498132	2591.68
	4500	0.43	14.52	0.00535492	2711.53
	5000	0.45	16.14	0.00560399	2880.09
	5500	0.47	17.75	0.00585305	3032.61
	6000	0.5	19.37	0.00622665	3110.82
	6500	0.52	20.98	0.00647572	3239.79
	7000	0.55	22.59	0.00664932	3298.14
	7500	0.59	24.21	0.00734745	3295.02
	8000	0.62	25.82	0.00772105	3344.10
	8500	0.67	27.43	0.00834371	3287.51
	9000	0.71	29.05	0.00884184	3285.52
	9500	0.76	30.66	0.00946451	3239.47
	10000	0.8	32.28	0.00996264	3240.11
	10500	0.84	33.89	0.01046077	3239.72
	11000	0.91	35.50	0.01133250	3132.58
	11500	0.95	37.12	0.01183084	3137.62
	12000	1.00	38.73	0.01245330	3110.02
	12500	1.04	40.34	0.01295143	3114.71
	13000	1.11	41.96	0.01382316	3035.49
	13500	1.14	43.57	0.01419676	3069.01
	14000	1.21	45.19	0.01506849	2998.97
	14500	1.27	46.80	0.01581569	2959.09
15000	1.34	48.41	0.01668742	2900.99	
15500	1.42	50.03	0.01768369	2829.16	
16000	1.49	51.64	0.01855542	2783.01	
16500	1.56	53.26	0.01942715	2741.52	
17000	1.67	54.87	0.02079701	2638.36	
17315	1.74	55.89	0.02166874	2579.29	

Muestra de 50 % de arena de sílice N° M3-3



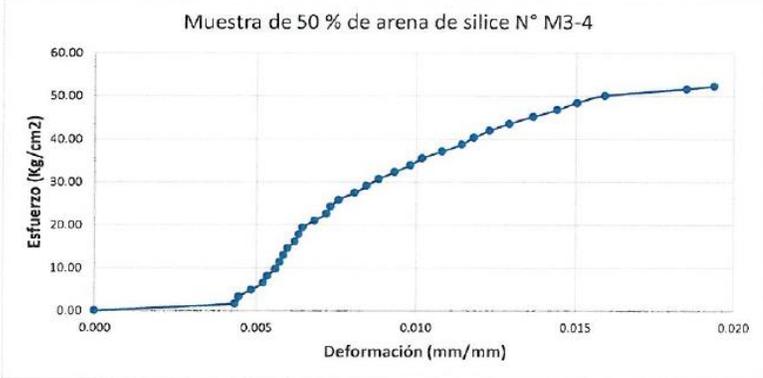
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera María Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martínez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huamán, Eryln Giordany
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION		
NORMA:	NTP 331.07.NTP 399.613 Y NTP 399.604		
TESIS:	ELABORACION DE LADRILLOS ECOLOGICOS A PARTIR DE ARENA DE SILICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO
UBICACION:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	ROJO
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN
FECHA DE ENSAYO:	6/12/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE

Area	309.96	Longitud	80.5
------	--------	----------	------

Muestras	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
M3-4	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	500	0.35	1.61	0.00434783	370.30
	1000	0.36	3.23	0.00447205	722.26
	1500	0.39	4.84	0.00484472	999.03
	2000	0.42	6.45	0.00521739	1236.25
	2500	0.43	8.07	0.00534161	1510.78
	3000	0.45	9.68	0.00559006	1731.65
	3500	0.46	11.29	0.00571429	1975.75
	4000	0.47	12.90	0.00583851	2209.47
	4500	0.48	14.52	0.00596273	2435.13
	5000	0.5	16.13	0.00621118	2596.93
	5500	0.51	17.74	0.00633540	2800.14
	6000	0.52	19.36	0.00645963	2997.08
	6500	0.55	20.97	0.00683230	3069.24
	7000	0.58	22.58	0.00720497	3133.95
	7500	0.59	24.20	0.00732919	3301.87
	8000	0.61	25.81	0.00757764	3406.07
	8500	0.65	27.42	0.00807453	3395.86
	9000	0.68	29.04	0.00844720	3437.83
	9500	0.71	30.65	0.00881988	3475.10
10000	0.75	32.26	0.00931677	3462.57	
10500	0.79	33.88	0.00981366	3452.33	
11000	0.82	35.49	0.01018634	3484.08	
11500	0.87	37.10	0.01080745	3432.82	
12000	0.92	38.71	0.01142857	3387.13	
12500	0.95	40.33	0.01180124	3417.44	
13000	0.99	41.94	0.01229814	3410.27	
13500	1.04	43.55	0.01291925	3370.94	
14000	1.1	45.17	0.01366460	3305.62	
14500	1.16	46.78	0.01440994	3246.37	
15000	1.21	48.39	0.01503106	3219.33	
15500	1.28	50.01	0.01590062	3145.16	
16000	1.49	51.62	0.01850932	2788.87	
16191	1.56	52.24	0.01937888	2695.72	

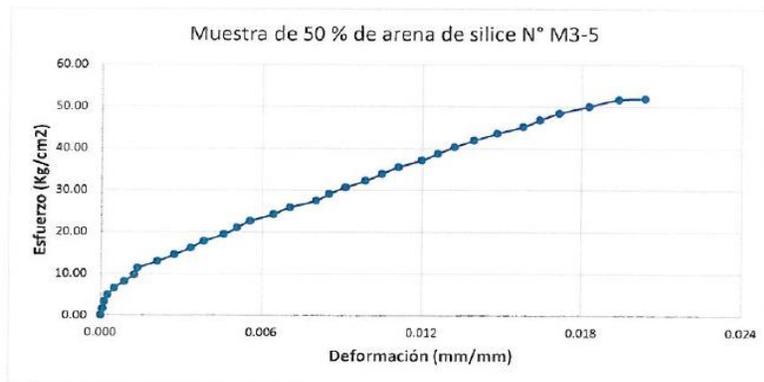
Muestra de 50 % de arena de sílice N° M3-4



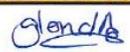
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huaman, Eriyn Giordany
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
NORMA:	NTP 331.07, NTP 399.613 Y NTP 399.604		
TESIS:	ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
CANTERA:	COLCAPAMPA	TIPO DE MATERIAL:	LADRILLO
UBICACION:	C.P. SANTA BARBARA	COLOR DE MATERIAL:	ROJO
FECHA DE MUESTREO:	26/10/2022	RESPONSABLE:	BRINGAS - RIMARACHIN
FECHA DE ENSAYO:	6/12/2022	REVISADO POR:	HOYOS MARTINEZ, JORGE

Muestras	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	500	0.005	1.61	0.00006173	26081.32
	1000	0.01	3.23	0.00012346	26162.32
	1500	0.02	4.84	0.00024691	19602.28
	2000	0.04	6.45	0.00049383	13061.17
	2500	0.07	8.07	0.00086420	9338.12
	3000	0.1	9.68	0.00123457	7840.79
	3500	0.11	11.29	0.00135802	8313.57
	4000	0.17	12.90	0.00209877	6146.46
	4500	0.22	14.52	0.00271605	5346.00
	5000	0.27	16.13	0.00333333	4839.00
	5500	0.31	17.74	0.00382716	4635.29
	6000	0.37	19.36	0.00456790	4238.27
	6500	0.41	20.97	0.00506173	4142.85
	7000	0.45	22.58	0.00555556	4064.40
	7500	0.52	24.20	0.00641975	3769.62
	8000	0.57	25.81	0.00703704	3667.74
	8500	0.65	27.42	0.00802469	3416.95
	9000	0.69	29.04	0.00851852	3409.04
	9500	0.74	30.65	0.00913580	3354.93
	10000	0.8	32.26	0.00987654	3266.33
	10500	0.85	33.88	0.01049383	3228.56
	11000	0.9	35.49	0.01111111	3194.10
	11500	0.97	37.10	0.01197531	3098.04
	12000	1.02	38.71	0.01259259	3074.03
	12500	1.07	40.33	0.01320988	3053.02
	13000	1.13	41.94	0.01395062	3006.32
	13500	1.2	43.55	0.01481481	2939.63
	14000	1.28	45.17	0.01580247	2858.41
	14500	1.33	46.78	0.01641975	2849.01
	15000	1.39	48.39	0.01716049	2819.85
	15500	1.48	50.01	0.01827160	2737.03
	16000	1.57	51.62	0.01938272	2663.20
	16066	1.65	51.83	0.02037037	2544.38



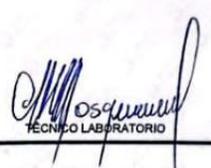
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
APELLIDOS Y NOMBRES: Bringas Apaza Glenda Fabiana	APELLIDOS Y NOMBRES: Rimarachin Olivera Maria Clementina.	APELLIDOS Y NOMBRES: Hoyos Martinez, Jorge Luis	APELLIDOS Y NOMBRES: Salazar Huaman, Eryln Giordany
		FECHA: 29/12/2022	FECHA:

Anexo 34

Ensayo químico para determinar fuente que la arena usada es de sílice

	INFORME DE ENSAYOS	CÓDIGO :	
		VCF-INF-2023-101	
1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE (*)			
Cliente : Glenda Fabiana Bringas Apaza RUC : - Dirección : - Página web : - Contacto : Glenda Fabiana Bringas Apaza Cargo : Tesista Celular : 971 564 560 e-mail : gleen_349@hotmail.com	2. INFORMACIÓN DEL PROYECTO (*)		
	Proyecto : TESIS: 'ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA'. Ubicación : CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA		
	3. LINEA DE TIEMPO DEL SERVICIO		
	Recepción de muestra : 2023-06-05 Emisión de Informe : 2023-06-10 Inicio de ensayos : 2023-06-09 Fin de ensayos : 2023-06-09 Fecha de muestreo (*) : 2022-11-16		
4. INFORMACIÓN DE ÍTEMES DE ENSAYO			
- GRUPO VICAF SAC. no ha participado en la etapa de muestreo, esta ha sido realizada por el cliente. - El cliente ha proporcionado las muestras al laboratorio de GRUPO VICAF SAC.; los resultados emitidos corresponden a los ensayos realizados a éstas. - Se almacena contramuestra por un periodo de 15 días.			
Tabla No.01. ÍTEMES DE ENSAYO			
ID (CLIENTE) (*)	ID (LABORATORIO)	CANTIDAD	TIPO
M - 01	V-M-2023-A164	BULTOS MASA APROX.	Mas
		1 15,0 kg	
Leyenda: Mas (Muestra alterada en saco). Notas: -			
5. MÉTODOS DE ENSAYO EJECUTADOS			
Tabla No.02. ENSAYOS EJECUTADOS			
ENSAYO	NORMA	MÉTODO	CANTIDAD
ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO PARA LA DETERMINACIÓN DE SÍLICE EN ARENA	-	PIROMETALÚRGICO	1
6. NOTAS			
- (*) Información proporcionada por el cliente. - Los informes tienen validez únicamente si incluyen la firma y sello del profesional responsable. - El presente informe no puede ser difundido de manera parcial, ni se aceptan modificaciones en los resultados reportados. - Los resultados emitidos no deben ser utilizados como certificación de conformidad con normas de producto o certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. - Código de Informe al que reemplaza: No aplica - Motivo del reemplazo de informe: No aplica			
7. PERSONAL RESPONSABLE			
EJECUTADO POR: Ing. Hugo Mosquera	REVISADO POR: Ing. Frank Gonzáles V.	APROBADO POR: Ing. JESSICA RÍOJAS O.	
 TÉCNICO DE LABORATORIO	 SUPERVISOR DE LABORATORIO	 GRUPO VICAF SAC Jessica Raquel Riojas Ortiz JEFE DE LABORATORIO	
8. ANEXO - RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO			

		ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO PARA LA DETERMINACIÓN DE SÍLICE EN ARENA																												
MÉTODO PIROMETALÚRGICO																														
CLIENTE	Glenda Fabiana Bringas Apaza	Código de Informe No.	VCF-IRF-2023-101																											
RUC	-	Código de muestra	V-M-2023-A164																											
PROYECTO (*)	TESIS: "ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA".	Fecha de Ensayo	2023-06-09																											
		Fecha de Informe	2023-06-10																											
UBICACIÓN (*)	CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA	Fecha de Muestreo (*)	2022-11-16																											
		Ensayo realizado por	Ing. Hugo Mosquera																											
ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ANÁLISIS</th> <th>FÓRMULA</th> <th>PORCENTAJE (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Óxido de Silicio</td> <td>SiO₂</td> <td>24,20</td> </tr> <tr> <td>Óxido de Calcio</td> <td>CaO</td> <td>30,10</td> </tr> <tr> <td>Óxido de Hierro</td> <td>Fe₂O₃</td> <td>0,09</td> </tr> <tr> <td>Óxido de Aluminio</td> <td>Al₂O₃</td> <td>0,10</td> </tr> <tr> <td>Óxido de Magnesio</td> <td>MgO</td> <td>0,13</td> </tr> <tr> <td>Pérdida de calcinación</td> <td>PPC</td> <td>34,50</td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td>-</td> <td>8,80</td> </tr> <tr> <td>Muestra no analizada</td> <td>-</td> <td>10,88</td> </tr> </tbody> </table>				ANÁLISIS	FÓRMULA	PORCENTAJE (%)	Óxido de Silicio	SiO ₂	24,20	Óxido de Calcio	CaO	30,10	Óxido de Hierro	Fe ₂ O ₃	0,09	Óxido de Aluminio	Al ₂ O ₃	0,10	Óxido de Magnesio	MgO	0,13	Pérdida de calcinación	PPC	34,50	pH	-	8,80	Muestra no analizada	-	10,88
ANÁLISIS	FÓRMULA	PORCENTAJE (%)																												
Óxido de Silicio	SiO ₂	24,20																												
Óxido de Calcio	CaO	30,10																												
Óxido de Hierro	Fe ₂ O ₃	0,09																												
Óxido de Aluminio	Al ₂ O ₃	0,10																												
Óxido de Magnesio	MgO	0,13																												
Pérdida de calcinación	PPC	34,50																												
pH	-	8,80																												
Muestra no analizada	-	10,88																												
CONCLUSIONES		NOTAS																												
El análisis mineralógico de la muestra se llevó a cabo mediante el método pirometalúrgico obteniéndose los resultados en forma de óxidos y encontrándose el resultado principal del óxido de silicio cuyo valor es de 24,20%.		(*) Los datos indicados han sido proporcionados por el Cliente.																												
Esto indica que el análisis químico determina otros óxidos que en porcentaje es la composición completa de la arena de sílice.		Pto. de Exploración: CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA*																												
El resultado obtenido de óxido de silicio permitirá elaborar ladrillos ecológicos de arena de sílice.		Coordenadas de Ubicación: ESTE. 776879.00, NORTE. 9213229.00.																												
		Clima de Muestreo: Templado.																												
EJECUTADO POR: Ing. Hugo Mosquera	REVISADO POR: Ing. Frank Gonzáles V.	APROBADO POR: Ing. Jessica Riojas O.																												
 TÉCNICO LABORATORIO	 SUPERVISOR LABORATORIO	 GRUPO VICAF SAC Jessica Raquel Riojas Ortiz JEFE DE LABORATORIO																												
Cajamarca - Cajamarca - Perú																														
Dirección: Jr. Los Topacios N° 440 / Teléfono: +51 941 573 750 / E-mail: informes@grupovicaf.com																														

Anexo 35

Validación de Expertos.

**UNVIERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS: “ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA”

INSTRUMENTO: PROTOCOLOS DE LABORATORIO, NTP 399.613, NTP 331.017, NORMA E.070 ALBAÑILERÍA

I. REFERENCIAS

- 1.1. **Nombre y apellidos:** Carlos Elder Rudecindo Calua Carrasco
- 1.2. **Grado académico:** Maestro en Gerencia de la Construcción
- 1.3. **Especialidad:** INGENIERÍA CIVIL
- 1.4. **Institución Laboral:** UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
- 1.5. **Lugar y fecha:** Cajamarca, junio 2023.

II. INDICACIONES:

En anexo se presentan los formatos y la encuesta que deben evaluarse para determinar su validez y confiabilidad. La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

1: Excelente. 2: Muy bien. 3: Bien. 4: Regular. 5: Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

N°	ASPECTOS A VALIDAR	INSTRUMENTOS / VALORACIÓN
		Ficha de evaluación
1	Pertinencia de indicadores	1
2	Formulado con lenguaje apropiado	1
3	Adecuado para el objeto de estudio	1
4	Facilita la prueba de hipótesis	1
5	Suficiencia para medir las variables	1
6	Facilita la interpretación del instrumento	1
7	Acorde al campo en estudio	1
8	Expresado en hechos perceptibles	1
9	Tiene secuencia lógica	1
10	Basado en aspectos teóricos	1
	Total	10



.....
Firma

Nombre: Carlos Elder Rudecindo Calua Carrasco

DNI: 71573678

UNVIERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TESIS: “ELABORACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE ARENA DE SÍLICE PROCEDENTES DE LOS ALREDEDORES DEL CENTRO POBLADO SANTA BARBARA – BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA”

INSTRUMENTO: PROTOCOLOS DE LABORATORIO, NTP 399.613, NTP 331.017, NORMA E.070 ALBAÑILERÍA

I. REFERENCIAS

1.1. **Nombre y apellidos:** KELY ELIZABETH NÚÑEZ VÁSQUEZ

1.2. **Grado académico:** MAGISTER

1.3. **Especialidad:** INGENIERÍA CIVIL

1.4. **Institución Laboral:** UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

1.5. **Lugar y fecha:** Cajamarca, junio 2023.

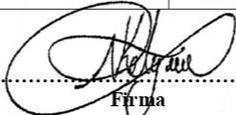
II. INDICACIONES:

En anexo se presentan los formatos y la encuesta que deben evaluarse para determinar su validez y confiabilidad. La evaluación consiste en asignar (colocar en el cuadro adjunto), un valor a cada instrumento según la siguiente escala. (Escala de Likert.)

1: Excelente. 2: Muy bien. 3: Bien. 4: Regular. 5: Deficiente.

III. VALIDACIÓN:

N°	ASPECTOS A VALIDAR	INSTRUMENTOS / VALORACIÓN
		Ficha de evaluación
1	Pertinencia de indicadores	2
2	Formulado con lenguaje apropiado	2
3	Adecuado para el objeto de estudio	2
4	Facilita la prueba de hipótesis	2
5	Suficiencia para medir las variables	2
6	Facilita la interpretación del instrumento	2
7	Acorde al campo en estudio	2
8	Expresado en hechos perceptibles	2
9	Tiene secuencia lógica	2
10	Basado en aspectos teóricos	2
	Total	20



 Firma

Nombre: Kely Elizabeth Núñez Vásquez

DNI: 42679441