



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“INFLUENCIA DEL USO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS CON TIERRA DE DIATOMEAS EN SUS PROPIEDADES MECÁNICAS EN EDIFICACIONES - LIMA, 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Enrique Victor Delfin Yrrazabal

Asesor:

Ing. Jorge Luis Canta Honores

Lima - Perú

2022

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a Dios, a mis padres, a mis hijos y a todos mis familiares que colaboraron con la realización de esta tesis

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Privada del Norte, por darnos la oportunidad de prepararnos y recibir esta enseñanza superior para poder afrontar los desafíos de la vida.

A mi asesor, que con su guía y dirección permitió culminar esta investigación.

A todas las personas que participaron en esta culminación de tesis.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
TABLA DE CONTENIDOS	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	24
CAPÍTULO III. RESULTADOS	40
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	95
REFERENCIAS	102
ANEXOS	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Análisis de población</i>	24
Tabla 2. <i>Cantidad de muestra a ensayar</i>	25
Tabla 3. Técnicas e instrumentos aplicados en laboratorio	29
Tabla 4. Estadística de confiabilidad de Alfa de Cronbach de la variable Uso de las unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas	29
Tabla 5. Estadística de confiabilidad de Alfa de Cronbach de la variable Propiedades mecánicas	29
Tabla 6. <i>Cuadro relación coeficiente alfa de Cronbach</i>	30
Tabla 7. <i>Cuadro de Resultados de muestra piloto para análisis de Confiabilidad</i>	31
Tabla 8.....	32
Tabla 9. Resistencia a la compresión del ladrillo ecológico con adición de 30% de diatomeas a los 7 días de secado.....	40
Tabla 10. Resistencia a la compresión del ladrillo ecológico con adición de 30% de tierras de diatomeas a los 28 días de secado	41
Tabla 11. Prueba “t” de Student para resistencia a compresión del ladrillo con 30% de Tierras de diatomeas	41
Tabla 12. Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 40% de Tierras de diatomeas a los 28 días de secado.....	42
Tabla 13. Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas a los 7 días de secado.....	43
Tabla 14. Prueba “t” de Student para resistencia a compresión del ladrillo con 40% de tierra de diatomeas. 44	
Tabla 15. Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas a los 7 días de secado.....	46
Tabla 16. Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas a los 28 días de secado.....	47
Tabla 17. Prueba “t” de Student para resistencia a compresión del ladrillo con 50% de tierras de diatomeas 48	
Tabla 18. Resultado de variación dimensional del ladrillo ecológico con 30% tierras de diatomeas (NTP. 399.613/ 339.604).....	49
Tabla 19. Intervalos de confianza para el largo del ladrillo ecológico con 30% de tierras de diatomeas.....	50
Tabla 20. Intervalos de confianza para el ancho del ladrillo ecológico con 30% de tierras de diatomeas	50
Tabla 21. Intervalos de confianza para el alto del ladrillo ecológico con 30% de tierras de diatomeas.....	51
Tabla 22. Resultado de variación dimensional del ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas (NTP. 399.613/ 339.604).....	51
Tabla 23. Intervalos de confianza para el largo del ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas.....	53
Tabla 24. Intervalos de confianza para el ancho del ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas	53
Tabla 25. Intervalos de confianza para el alto del ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas.....	53
Tabla 26. Resultado de variación dimensional del ladrillo ecológico con 50% Tierras de diatomeas (NTP. 399.613/ 339.604).....	54

Tabla 27. Intervalos de confianza para el largo del ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas.....	55
Tabla 28. Intervalos de confianza para el ancho del ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas	55
Tabla 29. Intervalos de confianza para el alto del ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas.....	56
Tabla 30. Resumen general de los resultados de variación dimensional.....	56
Tabla 31. Resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 30% de tierras de diatomeas (NTP 399.613 y NTP 399.604).....	57
Tabla 32. Prueba “t” de Student para alabeo del ladrillo ecológico con 30% de tierras de diatomeas.....	58
Tabla 33. Resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas (NTP 399.613 y NTP 399.604).....	59
Tabla 34. Prueba “t” de Student para alabeo del ladrillo ecológico con 40 % de diatomeas	61
Tabla 35. Resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo con 50% de tierras de diatomeas (NTP 399.613) .	62
Tabla 36. Prueba “t” de Student para alabeo del ladrillo ecológico con 50 % de tierras de diatomeas.	63
Tabla 37. Resumen del resultado del ensayo de alabeo	64
Tabla 38. Se realizó el análisis de varianza de ladrillo patrón, ladrillo con el 30%, 40% y 50% de tierras de diatomeas	64
Tabla 39. Resultado del ensayo de absorción con 30% de tierras de diatomeas	66
Tabla 40. Prueba “t” de Student para absorción del ladrillo ecológico con 30% de tierras de diatomeas	67
Tabla 41. Resultado del ensayo de absorción con 40% tierras de diatomeas	68
Tabla 42. Prueba t de student para absorción del ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas.....	69
Tabla 43. Resultado del ensayo de absorción con 50% de tierras de diatomeas	70
Tabla 44. Prueba t de student para absorción del ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas	71
Tabla 45. Resumen general de los ensayos de absorción	72
Tabla 46. Dosificación de diatomita respecto al peso total de la mezcla	83
Tabla 47. Dosificación por peso de materiales en mezcla.....	84
Tabla 48. Dimensiones del Molde	85
Tabla 49. Parámetros de cocción	86
Tabla 50. Dosificación por peso de materiales en mezcla para unidades.....	92
Tabla 51. Detalle del costo de materiales para producir unidades de albañilería.	93
Tabla 52. Costo por tipo de unidades de albañilería.....	93
Tabla 53. Costo por fases del proceso de producción de unidades de albañilería.....	93
Tabla 54. Resumen del costo por fases del proceso productivo	93
Tabla 55. Resumen total de costo de producción de unidades de albañilería.	94
Tabla 51. Prueba “t” de Student para resistencia a compresión del ladrillo con 30% tierras de diatomeas .	113
Tabla 52. Vista de datos.....	114
Tabla 53. Vista de variables	114
Tabla 54. Prueba “t” de Student para resistencia a compresión del ladrillo con 30% de tierras de diatomeas en SPSS.....	114
Tabla 55. Prueba “t” de Student para resistencia a compresión del ladrillo con 30% de tierras de diatomeas en SPSS.....	115

Tabla 56. Prueba “t” de Student para resistencia a compresión del ladrillo con 30 % de tierras de diatomeas en SPSS.....	115
Tabla 57. Prueba “t” de Student para resistencia a compresión del ladrillo con 30% de tierras de diatomeas	116
<i>Tabla 58. Prueba “t” de Student para resistencia a compresión del ladrillo con 30% de tierras de diatomeas</i>	<i>117</i>
Tabla 59. Ficha técnica de tierra de diatomeas	118
Tabla 60. Diseño de mezcla de 30% de tierra de diatomeas.....	119
Tabla 61. Diseño de mezcla de 40% de tierra de diatomeas.....	120
Tabla 62. Diseño de mezcla diatomea al 50%	121
Tabla 63. Diseño de mezcla para mortero de asentado de ladrillo	122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Renta per-cápita (PNB) y producción de residuos industriales</i>	12
Figura 2. Incremento del mercado de residuos vs. PIB en España.....	12
Figura 3. Yacimiento de tierras de diatomea.....	18
Figura 4. Diseño de mezcla de diatomeas al 30%.....	27
Figura 5. Diseño de mezcla de diatomeas al 40%.....	27
Figura 6. Diseño de mezcla de diatomeas al 50%.....	27
Figura 7. Ficha técnica de tierras de diatomeas.....	28
Figura 8. Procedimiento de recolección de datos.....	33
Figura 9. Elaboración de mezcla.....	35
Figura 10. Elaboración de pilas.....	36
Figura 11. Colocación de pilas.....	36
Figura 12. Medida de las dimensiones de cada una de las pilas.....	37
Figura 13. Colocación de pila de albañilería en la máquina a compresión.....	37
Figura 14. Visualización de la deformación de la pila y murete de albañilería.....	38
Figura 15. Resultado del ladrillo con 30% de diatomeas los 7 días del secado.....	40
Figura 16. Gráfico de barras de la resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 30% de Diatomeas a los 28 días de secado.....	41
Figura 17. Comparación de ladrillo ecológico con 30% de tierras de diatomeas y ladrillos existentes según la Norma E 070.....	42
Figura 18. Gráfico de barras de la resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas a los 28 días de secado.....	43
Figura 19. Gráfico de barras de la resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas a los 7 días de secado.....	44
Figura 20. Clasificación del ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas según su resistencia a compresión a los 7 y 28 días de secado.....	45
Figura 21. Gráfico de barras de la resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas a los 7 días de secado.....	46
Figura 22. Gráfico de barras de la resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 50% de Tierras de diatomeas a los 28 días de secado.....	47
Figura 23. Clasificación del ladrillo ecológico con 50 % de tierras de diatomeas según su resistencia a compresión a los 7 y 28 días de secado.....	48
Figura 24. Gráfico de resultado de ensayo de variación dimensional del ladrillo ecológico con 30% tierras de diatomeas (NTP. 399.613/ 339.604).....	49
Figura 25. Gráfico de resultado de variación dimensional del ladrillo ecológico con 40 % Tierras de diatomeas (NTP. 399.613/ 339.604).....	52
Figura 26. Gráfico de resultado de variación dimensional del ladrillo ecológico con 50% tierras de diatomeas (NTP. 399.613/ 339.604).....	54
Figura 27. Gráfico de resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 30% de tierras de diatomeas (NTP 399.613 y NTP 399.604).....	57

Figura 28. Gráfico de comparación de resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 30% de tierras de diatomea y el alabeo establecido por la Norma E 070.....	59
Figura 29. Gráfico de resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas (NTP 399.613 y NTP 399.604).....	60
Figura 30. Gráfico de comparación de resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico	61
Figura 31. Gráfico de resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas (NTP 399.613 y NTP 399.604).....	62
Figura 32. Gráfico de comparación de resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas y el alabeo establecido por la Norma E 070	63
Figura 33. Se realizó la curva del valor critico de “F”	65
Figura 34. Fórmula para determinar absorción	66
Figura 35. Grafico del ensayo de absorción al ladrillo con 30% de tierras de diatomeas	66
Figura 36. Grafico del ensayo de absorción al ladrillo con 40 % tierras de diatomeas	68
Figura 37. Grafico del ensayo de absorción al ladrillo con 50% de tierras de diatomeas	70
Figura 38. Gráfico de resumen de los ensayos de absorción a los ladrillos con tierras de diatomeas.....	73
Figura 39. Proceso de mezclado de materia prima para unidades de albañilería con diatomita.	83
Figura 40. <i>Proceso de moldeo de unidades de albañilería con mezcla de diatomita.</i>	85
Figura 41. Moldeo de unidades de albañilería con mezcla de diatomita.	85
Figura 42. Proceso de secado de unidades de albañilería con mezcla de diatomita.....	86
Figura 43. <i>Proceso de cocción de unidades de albañilería con mezcla de diatomita.</i>	86
Figura 44. <i>Ensayo de variación dimensional.</i>	87
Figura 45. <i>Ensayo de alabeo en unidades de albañilería.</i>	88
Figura 46. <i>Ensayo de absorción de unidades de albañilería.</i>	89
Figura 47. <i>Ensayo de succión de unidades de albañilería.</i>	90
Figura 48. <i>Aplicación de yeso en las unidades de albañilería.</i>	91
Figura 49. <i>Ensayo de compresión de unidades de albañilería.</i>	91
Figura 50. Prueba de normalidad para resistencia a compresión del ladrillo con 30% de Tierra de diatomeas en SPSS 25.....	112
Figura 51. Prueba de normalidad para resistencia a compresión del ladrillo con 30% de Tierra de diatomeas en Spss 25.....	112
Figura 52. Prueba de normalidad para resistencia a compresión del ladrillo con 30% de tierra de diatomeas en Spss 25.....	113

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la “Influencia del uso de unidades de albañilería ecológicas con tierra de diatomeas en sus propiedades mecánicas para edificaciones Lima - 2021” el tipo de estudio es cuantitativo, descriptivo no experimental. La población fueron los ladrillos de tierras de diatomeas y la muestra fueron ladrillos a base de tierras de diatomeas al 30%, 40% y 50%. Los resultados obtenidos fueron los siguientes. Las unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas sí influyeron en la resistencia a la compresión en edificaciones, de las cuales se obtuvo un valor ANOVA de 135.30 kg/cm². Las unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas sí influyeron en la variación dimensional en edificaciones, las cuales se obtuvo un valor ANOVA de 2.587.5 cm³. Las unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas sí influyeron en el ensayo de alabeo en edificaciones, las cuales se obtuvo un valor ANOVA de 2 mm. La absorción más alta se dio en 11.10% en dosificación de tierras de diatomeas en 30%. Las unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas sí influyeron en los costos en edificaciones, las cuales en una elaboración de 100 ladrillos se obtuvo un valor ANOVA de S/. 102.20. El uso de unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas si influye en sus propiedades mecánicas, debido a que las muestras 1 y 2 obtuvieron un $p < 0.05$ en relación a las propiedades mecánicas. Las cuales, dichos materiales de albañilería cumplen con los parámetros establecidos en la norma, que mejoran sus características físico-mecánicas del ladrillo.

Palabras clave: Unidad de albañilería ecológica, tierras de diatomeas, propiedades mecánicas

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

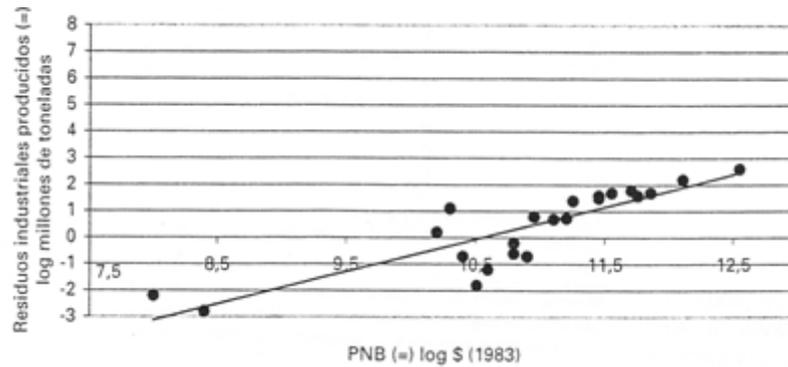
El análisis de eco ladrillos es uno de los métodos para solucionar el problema medioambiental, y llega a ser una solución viable, estos materiales son reciclados como las tierras de diatomeas (CONCYTEC, 2018).

Walt Friberg utilizó aserrín y viruta en lugar de arena y grava, además de tierra diatomea natural, esto para conseguir un concreto ligero y barato para la construcción de su casa en Moscú, consiguiendo un gran aislamiento en la casa, ya que durante la guerra aprendió algo sobre la diatomea que era un aislante térmico. Además, vio como este mágico material adicionado a la mezcla de concreto en la construcción de un dique había incrementado su trabajabilidad. Friberg, además encontró que cuando una pequeña parte del cemento es reemplazado por tierra diatomea, el costo disminuye; hay un alto aislamiento y bajo peso como resultado en la formación de concreto. La mezcla que usó para el nuevo concreto fue: una parte de cemento, una parte de tierra diatomea, tres partes de aserrín, tres partes de viruta y una parte de arcilla, todo medido en volumen. (Fonte, 2016)

Es de nuestro conocimiento que en las últimas tres décadas se ha registrado un marcado crecimiento industrial y comercial a nivel mundial, en especial en las principales ciudades de nuestro país. Esto trae como consecuencia mayor progreso y desarrollo, pero al mismo tiempo el aumento de residuos industriales. Industrias como la minería, siderurgia, petroquímicas, alimentos, entre otras, emiten contaminantes como residuos sólidos peligrosos, emisiones atmosféricas o líquidos residuales que causan un gran impacto en el ambiente ya que contaminan el suelo, aire y agua, ya que son utilizados como si fueran un sumidero para la colocación de los residuos, empeorando su calidad de tal forma que no serán útiles por mucho tiempo para quienes necesiten de estos elementos básicos de la naturaleza.

Así existe una cierta correlación entre la renta per cápita disponible de los ciudadanos de un país y la generación de residuos, lo que significa que países con mayor riqueza, tienen una mayor producción de residuos.

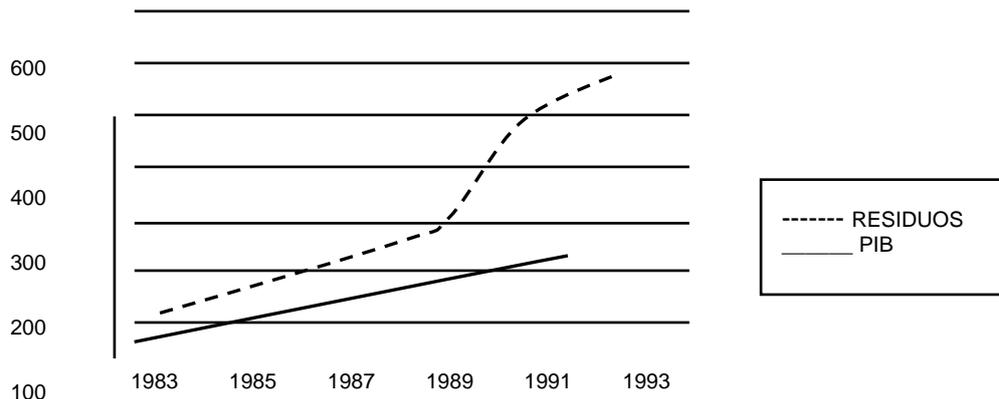
Figura 1. *Renta per-cápita (PNB) y producción de residuos industriales*



Fuente: Medioambiente. (2016)

Las diatomeas D5 son utilizadas como aditivos puzolánicos para el cemento espécimen y/o concreto enlazado con cal hidratada, morteros, etc., incrementando su resistencia. (Senahmi, 2020)

Figura 2. *Incremento del mercado de residuos vs. PIB en España*



Fuente: Elaboración propia

Sabemos que en el Perú existen muchas familias de bajos recursos las cuales no se pueden dar el lujo de llevar una buena calidad de vida por las condiciones en las que se encuentran; hoy en día uno de los problemas más comunes para las familias de bajos recursos es encontrar un lugar en el cual poder vivir y realizar sus actividades diarias de manera normal, pero también contar con los bienes necesarios para construir.

La justificación, se da debido a que se pretende valorizar y disponer los residuos industriales de filtros de diatomitas propios de nuestra región, con la finalidad de darle un valor potencial y aplicativo en la obtención de ladrillos refractarios aislantes; con adecuadas propiedades mecánicas, alta porosidad, y baja conductividad térmica, aplicando la técnica de prensado en semi-seco, así como contribuir en el uso final del mismo a la disminución de sustancias contaminantes en nuestro medio ambiente, en

los suelos y aguas en general.

La brecha histórica (Cárdenas, 2015) del presente trabajo de investigación radica en aportar a la comunidad científica y tecnológica, datos del módulo de rotura, resistencia a la compresión, porosidad aparente y conductividad térmica, de un ladrillo refractario aislante de diatomita, que se sumarán a datos recogidos por otros autores y/o empresas dedicadas a este rubro, y que contribuirán al entendimiento de los procesos de fabricación y control de los ladrillos refractarios aislantes hechos con este tipo de material u otro en común.

La mayoría de las unidades de albañilería, comúnmente conocidos como ladrillos, se elaboran con materia prima ya establecida, en donde tenemos la arcilla, greda, mezclas de sílice y cal principalmente, pero que estas tienden a diferir en cuanto a su caracterización, debido a que esto depende mucho de las canteras o yacimientos de donde se estén extrayendo estas materias primas. Estas se forman mediante el moldeo de la masa, en donde se emplean diferentes métodos de moldeo, tales como compactación o extrusión. (Gallegos, 2015).

A partir del empleo de una prensa hidráulica para la confección de ladrillos de suelo-cemento hiper-comprimidos, se propone un camino para el diseño racional de los mismos, basado en ensayos rutinarios de laboratorio sobre el suelo del lugar, con el objeto de ser utilizados en viviendas económicas de interés social. (Tomasini, 2015)

Una nueva propuesta para la producción de ladrillos fue realizada usando tierras de diatomeas. Se investigó la posibilidad de utilizarlas en los materiales de construcción, con una cantidad de agua (17.5% en masa) y arcilla. Se encontró que la resistencia mecánica aumenta con la adición de tierras de diatomeas, especialmente la resistencia a la compresión, comparado con el ladrillo rojo de arcilla utilizado en construcción (Echevarría, 2017).

Se encontró que la adición de tierras de diatomeas a los ladrillos de arcilla disminuye en un 30% la energía utilizada para la cocción en comparación con la energía utilizada en la fabricación de ladrillos de arcilla rojos. En el aspecto ambiental, ayuda a utilizar los desechos de residuos (cenizas volantes), las cuales resultan ser una amenaza seria al ambiente y la ecología. Además de usar las cenizas volantes y la arcilla, se utiliza también el carbón. (Carbajal, 2018).

1.2. Antecedentes

1.2.1. Antecedentes Internacionales

Entre los antecedentes internacionales tenemos:

Amparo (2017), en su investigación titulada “Desarrollo de un nuevo ladrillo de tierra cruda, con aglomerantes y aditivos estructurales de base vegetal”, en donde plantea como objetivo, estudiar en la elaboración de ladrillos ecológicos de tierra cruda al cual se le añadirán tierra de diatomeas y residuos de origen vegetal, que se encuentren en España, cumpliendo funciones estructurales y de aglomerantes. Para ello empleo el alga denominada *Gelidium sesquipedale*, la cual se obtiene de los residuos de la extracción del agar-agar, y mediante un diseño de mezclas, determino los porcentajes de relación agua arcilla y los porcentajes adecuados a emplearse de algas y tierras de diatomeas en la preparación de probetas, para finalmente ensayarlos tanto física, como mecánicamente.

Carranza (2017), en su investigación titulada “Nuevos materiales conglomerantes a partir de tierras de diatomeas de distinto origen: reactividad puzolánica”, plantea como objetivo, emplear la diatomita ya sean naturales por su origen, así como residuales, para ser empleados como materiales puzolánicos probetas de cemento. Para ello realizo la caracterización física, química y mineralógica, para después corroborar el carácter puzolánico mediante análisis de conductividad y pH, finalmente se fabricaron probetas de cemento los cuales eran sustituidos en porcentajes de 25 y 10% por diatomitas, para posteriormente someterlos a ensayos de resistencias a compresión.

Díaz (2019) en su investigación titulada “Elaboración de material de construcción a partir de residuos industriales sólidos granulares procedentes de tierras diatomáceas”, plantea como objetivo, obtener un material de construcción a partir de Residuos Industriales Sólidos granulares procedentes de Tierras de diatomita. Para ello realizo la caracterización inicial de la materia prima, para después fabricar las probetas y someterlo a pruebas mecánicas, físicas y químicas. Como resultados obtuvo que las probetas que obtuvieron una mayor resistencia a esfuerzos de compresión y un buen porcentaje de absorción de humedad fueron las mezclas con proporciones de 20:80 y 60:40.

Márquez (2016) en su investigación titulada “Elaboración de ladrillos vidriados de bajo peso y alto desempeño para uso ornamental y para la industria de la construcción”, plantea como objetivo elaborar ladrillos vidriados, empleando como aditivo lodos como productor del procesamiento del boro, diatomita, así como también un recubrimiento de engobe. Empleando el diseño experimental de Mc Lean Anderson a través de un diseño de mezclas para la manufactura de unidades de albañilería, en donde sus resultados indicaron que ladrillo vidriado es de menor peso y por lo tanto de baja densidad respecto a las unidades de albañilería tradicionales, con una buena capacidad de estabilidad dimensional.

Zúñiga (2018) en su investigación titulada “Ciencia e ingeniería de nuevos materiales en la fabricación de ladrillos mejorados tecnológicamente”, en donde plantea como objetivo, primero el evaluar las características estructurales y mecánicas de un ladrillo mejorados tecnológicamente y su cumplimiento con las normativas. Para ello empleo adiciones de tierra de diatomeas, lodos de relaves de mina y un determinado porcentaje de aserrín en la mezcla de materia prima, previa caracterización y localización de estas materias primas a diferentes proporciones a los cuales le aplico ensayos de tracción directa y resistencia a la compresión.

1.2.2. Antecedentes Nacionales

Entre los antecedentes nacionales tenemos:

López (2017) en su investigación titulada “Evaluación del uso de la diatomita como adición mineral en el concreto de alta resistencia”, plantea como objetivo evaluar la aplicación de diatomitas de las canteras de Arequipa, Piura e Ica como material cementante complementario para obtener un concreto de alta resistencia, en donde primero caracterizo el material, para después dosificar las cantidades idóneas a emplear en la mezcla de concreto y posteriormente someterlos a ensayos en estado tanto fresco como endurecido, para finalmente realizar un estudio de costo beneficio. Como resultados obtuvo que tanto la diatomita como de Arequipa e Ica, son alterativas muy factibles para reemplazar al cemento, a diferencia de la diatomita del departamento de Piura.

Ordoñez (2016) en su investigación titulada “Influencia en la resistencia a la compresión axial al sustituir parcialmente cemento portland tipo I por diatomita en un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, 2016”, plantea como objetivo determinar la repercusión en la resistencia a esfuerzos por compresión al reemplazar el cemento Portland tipo I por tierra de diatomeas en los especímenes de concreto. Para ello según las recomendaciones de ACI 211, se procedió a elaborar diseños de mezclas de concreto para resistencias $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Como resultados se obtuvo que se presentan efectos positivos al reemplazar cemento Portland tipo I en un pequeño porcentaje por Tierra de diatomeas, 15 donde al reemplazar el 10% de cemento Portland se alcanzó niveles de resistencia a esfuerzos por compresión máxima de $f'c = 247.12 \text{ kg/cm}^2$ reflejándose en un aumento del 7.73%.

Saldarriaga (2019) en su investigación titulada “Fabricación de ladrillos aislantes y revestimientos cerámicos con diatomitas de San Juan, Argentina”, plantea como objetivo investigar la viabilidad del uso de diatomita de la provincia de San Juan, Argentina, para la manufactura de unidades de albañilería y cerámicos refractarios, a través de análisis físicos y mecánicos de especímenes de cerámicas y ladrillos con diferentes grados de diatomita, donde obtuvo resultados que indican que si añadimos tierra de diatomeas a la mezcla, sus características térmicas tienden a presentar mejoras, muy por el contrario sus propiedades mecánicas, presentaran disminuciones.

Santos (2019) en su investigación titulada “Materiales de construcción a base de lodos residuales provenientes del proceso de filtración en industrias cerveceras”, plantea como objetivo proponer una metodología para la manufactura de materiales empleados en construcción a través de la reutilización de tierras diatomeas recuperadas de los procesos de filtración de la industria cervecera en territorio peruano a través de la elaboración de ladrillos ecológicos a base de diatomita en base a tres etapas (tratamiento de diatomeas, dosificación y evaluación) para posteriormente verificar si cumplen o no con la Norma E 070 de Albañilería. Santos obtuvo como resultados que la mezcla óptima para la manufactura de ladrillos ecológicos que cumplan con la normativa está compuesta por un 15% de diatomita agotada de la mezcla total a base de bentonita, cal, ceniza volcánica y agua.

Urday (2015) en su investigación titulada “Uso de la diatomita para la elaboración de bloquetas artesanales de concreto en la ciudad de Arequipa”, plantea como objetivo la manufactura de bloquetas artesanales, utilizando la tierra de diatomeas, como componente de la materia prima para la manufactura de bloquetas de concreto. A través de las diversas combinaciones en las mezclas diseñadas y siguiéndose también de determinadas especificaciones 16 del método del Comité ACI, para la elaboración de concreto, obteniéndose resultados satisfactorios en los ensayos a la compresión, alcanzando resistencias especificadas en norma, así como ahorro en tiempo y costos, lográndose reducir también el peso de la bloquetas.

1.2.3. Bases teóricas

1.2.3.1. VARIABLE 1 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS CON TIERRA DE DIATOMEAS

Las unidades de albañilería o ladrillo es un material de construcción empleado desde la antigüedad, en un principio comenzó elaborándose en su forma cruda, la cual se denomina adobe. Su empleo se debe a que su tamaño permite acomodarse a la mano del hombre. Ladrillos o también denominados unidades de albañilería, pueden ser bloques de arcilla calcinada, de sílice-cal. Estas pueden también ser sólidas, alveolares, tubulares o huecas. (Norma Técnica E.070 albañilería). Los ladrillos son elementos estructurales fundamentales para la construcción de proyectos de albañilería. Para su manufactura emplea materia prima, tales como: la arcilla, la mezcla de sílice y cal principalmente. Los ladrillos, también denominados bloques o unidades de albañilería, tienen como característica fundamental, presentar dimensiones para ser manejables con una sola mano en el asentado de ladrillo en los muros. (Vásquez, 2018).

La producción de ladrillos de arcilla varía en cuanto a su composición, empleándose sílice (granos de arena), alúmina, cal, hierro, manganeso, azufre y fosfatos, en diferentes proporciones, los cuales se componen principalmente en las arcillas. Para la manufactura de los ladrillos, estos son sometidos a una etapa de molienda en molinos, para luego mezclarla con agua con la finalidad de hacerla plástica, luego, la arcilla plástica es moldeada,

texturizada, secada y cocida. Los ladrillos se fabrican con una variedad de colores, como base de color rojo oscuro, marrón y gris. (Camino, 2017)

1.2.3.1.1. Unidades de albañilería maciza o sólida

Las unidades sólidas no solo son aquella que no presentan alveolos, sino también aquellas que los tienen hasta un límite determinado, límites los cuales se encuentran especificados según la Norma E.070 de albañilería. (CASABONNE, 2016).

1.2.3.1.2. Mezclado

Es combinada la materia prima entre sí en los porcentajes adecuados, mediante maquinaria o manualmente. Cuando se trata de una mezcla manual, en algunas ocasiones se añade material complementario como relleno, tales como cascara de arroz, aserrín.

1.2.3.1.3. Moldeo

Se emplean moldes de diversos tipos, que dependerá de la capacidad de producción de la planta, pudiendo ser estos, a base de madera o en su defecto metálicos.

1.2.3.1.4. Tierras de diatomeas

Las canteras de tierra de diatomeas que encontramos en la superficie son producto de la aglomeración de diatomeas muertas ya sea en aguas dulces o saladas, las mismas que son abundantemente ricas en sílice y son algas microscópicas unicelulares. (Carranza, 2017).

Figura 3. *Yacimiento de tierras de diatomea*



Fuente: Tomada de “Diatomititas en el Perú, características y aplicaciones” por Ramírez. 2019.

1.2.3.1.5. Dosificación de diatomeas

Las mezclas de cemento y arena y las mezclas de cemento, arena y diatomeas se desarrollaron utilizando cemento (resistencia a 7 días de 35 MPa), agregados de arena y diatomita disponibles comercialmente y agua del grifo. Se obtuvieron agregados finos de diatomeas (tamaño de partícula inferior a 4.75 mm). Los valores de gravedad específica del cemento, la arena y la tierra de diatomeas los agregados son 3.06; 2.57 y 1.34, respectivamente. Valores de absorción de agua de la arena y la tierra de diatomeas los agregados son 0.1% y 110.60%, respectivamente. Además, el módulo de finura de la arena y los agregados de diatomeas son 3.2 y 4.1, respectivamente.

1.2.3.1.6. Sostenibilidad de diatomeas

Todas las mezclas se dosificaron con base en el método de volumen absoluto. Cemento arena y las relaciones efectivas de agua cemento de la mezcla de cemento y arena fueron 1:3 y 0.6:1 respectivamente. Como en estudios previos, el contenido de aire atrapado se asumió como el 2% del volumen total de la mezcla. En la mezcla de cemento, arena y diatomeas (denominada mezcla de diatomeas), 60% de arena en la mezcla de cemento y arena fue reemplazado por agregados de diatomita basados en la base de igual volumen para desarrollar diatomita mezcla. Esto se basó en los estudios realizados por los autores sobre varias mezclas de diatomita, obteniendo la resistencia al fuego y la resistencia requeridas para su uso en muros exteriores de bloque portantes.

1.2.3.2. VARIABLE 2--- PROPIEDADES MECÁNICAS

1.2.3.2.1. Compresión

En mecánica, la compresión es la aplicación de fuerzas hacia adentro equilibradas a diferentes puntos de un material o estructura, es decir, fuerzas sin suma neta o torque dirigidos para reducir su tamaño en una o más direcciones.

La resistencia a la compresión de los bloques compuestos se determinó según AS/NZS 4456.4-2003(SA, 2003) y ASTM C140/C140M-18a (ASTM, 2018). Después de 28 días de curado húmedo, los bloques se mantuvieron dentro de una cámara de humedad y se mantuvieron a 25°C y 75% del nivel de humedad antes.

Se realizaron pruebas de compresión a temperatura ambiente en las muestras en bloque (tres en cada caso) después de 28 días de curado en húmedo y después del fuego exposición (resistencia residual) utilizando una máquina de ensayo Instron de 2 MN a una velocidad de carga de 0.3 MPa/s. Se permitió que los bloques expuestos al fuego se enfriaran naturalmente en el aire de la habitación. temperatura, antes de realizar las pruebas de compresión. La resistencia a la compresión ilimitada de los bloques se calculó multiplicando la resistencia a la compresión experimental por el aspecto ratio de 0.78 según AS 3700-2018 (SA, 2018). En el caso de bloques de cemento-arena y diatomeas, la resistencia a la compresión se determinó utilizando cilindros de 100 mm de diámetro según AS 1012.9-2014 (SA, 2014).

1.2.3.2.2. Propiedades físicas de los Ladrillos

Las propiedades físicas de los ladrillos se basan principalmente en la caracterización del ladrillo a nivel estructural en cuanto al material, es por ello que estas propiedades se obtienen a través de la observación y la medición.

Variación dimensional; Esta es una propiedad física relevante, puesto que permite determinar en adelante cual será el espesor de la junta horizontal al momento de asentar el ladrillo para la construcción del muro de albañilería.

Estas irregularidades o imperfecciones lo que ocasionan es aumentar el espesor en las justas, las cuales son a base de mortero, durante la construcción del muro de albañilería. Es conocido también que el mortero tiene la función de separar los ladrillos con el propósito de ocultar las irregularidades de los mismo, así como también cumple la función de pegar las unidades de albañilería, para que al final se obtenga un conjunto de ladrillos unidos con mortero, al cual se denomina muro de albañilería, los cuales por estándares de calidad no deben de superar un espesor de juntas 12 mm, ni ser menores a 10 mm. Sin embargo, cuando las imperfecciones en las unidades de albañilería superan los valores estipulados como límites para ser ladrillos Tipo IV obligatoriamente la junta deberá de tener un espesor mayor al recomendado, ocasionando de esta manera un decrecimiento en la resistencia a los esfuerzos por compresión del muro de albañilería que es aproximadamente el 15% por cada aumento de 3 mm en el espesor de la junta. (CHÁVEZ, 2017).

1.2.3.2.3. Normativa

Esta norma establece los parámetros mínimos que deben de cumplir las edificaciones de albañilería estructurada en muros armados y confinados, partiendo de los análisis, diseños, construcción, aseguramientos y control de calidad de las edificaciones en mención.

1.2.3.2.4. Clasificación de las unidades de albañilería

Según lo indica la Norma E 070 de albañilería, en cuanto a trabajos de diseño estructural.

1.3. Problemas

1.3.1. Problema General

¿Qué efectos tiene el uso de unidades de albañilería ecológicas con tierra de diatomeas en sus propiedades mecánicas para edificaciones - Lima 2021?

1.3.2. Problemas Específicos

¿Qué efectos tiene el uso de unidades de albañilería ecológicas con tierra de diatomeas en la resistencia a la compresión en edificaciones - Lima 2021?

¿Qué efectos tiene el uso de unidades de albañilería ecológicas con tierra de diatomeas en su variación dimensional en edificaciones - Lima 2021?

¿Qué efectos tiene el uso de unidades de albañilería ecológicas con tierra de diatomeas en su ensayo de alabeo en edificaciones - Lima 2021?

¿Cuáles son los costos de elaboración de unidades de albañilería ecológicas con tierra de diatomeas, en edificaciones, Lima 2021?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Demostrar los efectos que tiene la influencia del uso de unidades de albañilería ecológicas con tierra de diatomeas en sus propiedades mecánicas en edificaciones - Lima 2021.

1.4.2. Objetivos específicos

- Demostrar los efectos que tiene la influencia del uso de unidades de albañilería ecológicas con tierra de diatomeas en la **Resistencia a la Compresión**, en edificaciones - Lima 2021.
- Demostrar los efectos que tiene la influencia del uso de unidades de albañilería ecológicas con tierra de diatomeas en **su Variación Dimensional**, en edificaciones - Lima 2021.
- Demostrar los efectos que tiene la influencia del uso de unidades de albañilería ecológicas con tierra de diatomeas en **el Ensayo de Alabeo**, en edificaciones - Lima 2021.
- Describir los **Costos de Elaboración** de unidades de albañilería ecológicas con tierra de diatomeas en edificaciones - Lima 2021.

1.5.Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

Ha: El uso de unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas si influye en sus propiedades mecánicas en edificaciones - Lima 2021.

Ho: El uso de unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas no influye en sus propiedades mecánicas en edificaciones - Lima 2021.

1.5.2. Hipótesis específicas

Ha1: El uso de unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas **si influye en su resistencia a la compresión** en edificaciones - Lima 2021.

Ho1: El uso de unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas **no influye en su resistencia a la compresión** en edificaciones - Lima 2021.

Ha2: El uso de unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas **si influye en su variación dimensional** en edificaciones - Lima 2021.

Ho2: El uso de unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas **no** influye en su variación dimensional en edificaciones - Lima 2021.

Ha3: El uso de unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas **si** influye en su ensayo de alabeo en edificaciones - Lima 2021.

Ho3: El uso de unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas **no** influye en su ensayo de alabeo en edificaciones, Lima 2021.

Ha4: El uso de unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas **si** influye en los costos de elaboración en edificaciones - Lima 2021.

Ho4: El uso de unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas **no** influye en los costos de elaboración en edificaciones - Lima 2021.

1.6. Justificación

Teórica

Se aplicarán los conocimientos adquiridos de las variables unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas y sus propiedades mecánicas

Metodológica

Se aplicará la metodología de prensado mecánico, para obtener ladrillos de diatomeas, para luego ser ingresado al horno para su cocción.

Práctica

Se justifica de manera práctica porque se dará valor agregado a los residuos de tierras de diatomeas y se evitará que se erosionen los suelos arcillosos para elaborar ladrillos.

Social

Se justifica de manera social porque dará empleo a más personas que están familiarizadas con este residuo. (Tierras de diatomeas)

Económica

Se justifica de manera económica porque cuando se realice en grandes producciones se obtendrá un ladrillo más económico comparado con el tradicional.

CAPÍTULO II – METODOLOGÍA

2.1. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.1.1. Población

La población está formada por todas las unidades de albañilería a base de tierras de diatomeas.

POBLACION OBJETIVO

M	PATRON
M1	30% DAITOMEAS
M2	40% DAITOMEAS
M3	50% DAITOMEAS

Tabla 1. *Análisis de población*

ENSAYOS A LOS 7 DÍAS							
Ensayos	Muestra 30% de Diatomeas	Cantidad de Ladrillos	Muestra 40% de Diatomeas	Cantidad de Ladrillos	Muestra 50% de Diatomeas	Cantidad de Ladrillos	Total de Ladrillos
Resistencia a la Compresión	3	3	3	3	3	3	9
Variación Dimensional	3	3	3	3	3	3	9
Ensayo de Alabeo	3	3	3	3	3	3	9
ENSAYO A LOS 28 DÍAS							
Resistencia a Compresión	3	3	3	3	3	3	9
Variación Dimensional	3	3	3	3	3	3	9
Ensayo de Alabeo	3	3	3	3	3	3	9
TOTAL							54

Fuente elaboración propia

La población es 54 unidades

2.1.2. Muestra

La muestra es un subgrupo de la población a estudiar de cual se recolectan datos, donde a la vez tienen que ser bien definidos y delimitados con precisión y tiene que representar a la población. Por lo tanto, las muestras tienen que ser representativas estadísticamente (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.173)

Tabla 2. *Cantidad de muestra a ensayar*

Muestras	Resistencia a la Compresión del ladrillo N° de Muestras	Alabeo Variación dimensional N° de Muestras	Alabeo N° de Muestras
Ladrillo con 30% de Diatomeas	3	3	3
Ladrillo con 40% de Diatomeas	3	3	3
Ladrillo con 50% de Diatomeas	3	3	3

Fuente Elaborado propia

Para la presente investigación la muestra es de 3 especímenes (conformados por ladrillos ecológicos), es decir que para cada tipo de ensayo de laboratorio se harán 3 pruebas.

La Norma Técnica Peruana 399.613:2017 señala 10 especímenes como representativas de un lote de 100 millares. Se determina un total de 30 especímenes, considerando así los especímenes que cumplan las dimensiones del ladrillo tipo 10 según el Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma E 070).

En consecuencia, mediante un muestreo táctico, es decir, realización de pruebas físicas de dimensión, alabeo, total de superficie sólida en relación a un área menor de 30% de toda la sección para definir la cantidad que será ensayada a resistencia de esfuerzo de compresión, siendo 9 unidades elaboradas a base de residuos de elementos estructurales simple, serán los especímenes que tengan características físicas geométricas para ser ensayados.

Para ello se emplearán los siguientes materiales:

- a) Cemento Portland Tipo I con la respectiva ficha técnica del lote.
- b) Agregado fino, arena de dimensión reducida pasante por el tamiz 3/8” (9.5 milímetros).

- c) Agregado grueso, piedra chancada o grava, material retenido del tamiz N°4 (4.75 milímetros).
- d) Agregado reciclado, procedente de tratamiento de materiales
- e) Agua libre de toda sustancia.

Los instrumentos a emplear son todos los mencionados por la Norma técnica peruana para cada ensayo de propiedad física tales como los siguientes en mención entre otros:

- Estufa u horno
- Tamices
- Balanzas
- Espátulas
- Picnómetros
- Varillas
- Termómetro

2.2. Técnicas y materiales

2.2.1. Técnicas

- Ficha de observación: En esta ficha se registra en forma resumida la información obtenida de los ensayos.
- Análisis documental: Del material documental se realiza una lectura profunda.
- Registros descriptivos
- Fichas técnicas

2.3. Diseño de investigación

2.3.1. Enfoque

La investigación analiza aspectos numéricos y medibles. En ese sentido se desarrollará el enfoque cuantitativo. Al respecto (Niño R, 2011) menciona que “este tipo de investigación tiene que ver con la cantidad y, por la tanto, su medio principal es la medición y el cálculo. En general, busca medir variables con referencia a magnitudes” (p.25). Así mismo (Torracchi C, Caparó E, & Pariona M, 2019) señalan que: El enfoque cuantitativo se fundamenta en un esquema deductivo y lógico, busca formular preguntas de investigación e hipótesis para posteriormente probarlas, utiliza el análisis estadístico, es reduccionista y pretende generalizar

los resultados.

2.3.2. Alcance

La presente investigación es causal explicativa, para (Arias O, 2012) en la investigación explicativa se busca demostrar que los cambios efectuados en la variable independiente, tienen incidencia en la variable dependiente, estableciéndose así una relación de causa y efecto.

2.3.3. Diseño

El diseño es experimental. Para (Martínez R & Benítez O, 2016) en este proceso se utiliza la inducción y la deducción. Prima la observación del objeto de estudio y manipulación de variables para comprobar o demostrar hechos y con base a los resultados obtenidos, formular hipótesis que permitan establecer generalizaciones, los cuales se puedan verificar.

Diseño de mezcla

Figura 4. *Diseño de mezcla de diatomeas al 30%*

TABLA DE DOSIFICACION EN PORCENTAJE		
MATERIAL	DOSIFICACION	UNIDAD
ARCILLA	70%	%
DIATOMEA	30%	%
SUBTOTAL	100%	%
AGUA	25%	%

TABLA DE DOSIFICACION EN PESO		
MATERIAL	DOSIFICACION	UNIDAD
ARCILLA	42	Kg
DIATOMEA	18	Kg
SUBTOTAL	60	Kg
AGUA	15	Kg
TOTAL	75	Kg

Figura 5. *Diseño de mezcla de diatomeas al 40%*

TABLA DE DOSIFICACION EN PORCENTAJE		
MATERIAL	DOSIFICACION	UNIDAD
ARCILLA	60%	%
DIATOMEA	40%	%
SUBTOTAL	100%	%
AGUA	25%	%

TABLA DE DOSIFICACION EN PESO		
MATERIAL	DOSIFICACION	UNIDAD
ARCILLA	36	Kg
DIATOMEA	24	Kg
SUBTOTAL	60	Kg
AGUA	15	Kg
TOTAL	75	Kg

Figura 6. *Diseño de mezcla de diatomeas al 50%*

TABLA DE DOSIFICACION EN PORCENTAJE		
MATERIAL	DOSIFICACION	UNIDAD
ARCILLA	50%	%
DIATOMEA	50%	%
SUBTOTAL	100%	%
AGUA	25%	%

TABLA DE DOSIFICACION EN PESO		
MATERIAL	DOSIFICACION	UNIDAD
ARCILLA	30	Kg
DIATOMEA	30	Kg
SUBTOTAL	60	Kg
AGUA	15	Kg
TOTAL	75	Kg

Fuente: Laboratorio Seican

Figura 7. Ficha técnica de tierras de diatomeas

FICHA TECNICA		
INFORMACION CUALITATIVA Y CUANTITATIVA		
MATERIAL:	TIERRA DE DIATOMEA	
UBICACIÓN:	LUMINOSO, ICA	
DATOS CUALITATIVOS		
COLOR	Beige grisáceo claro	
PRESENTACION	Material pulverizado	
METEORIZACION	Bajo	
COMBUSTIBILIDAD	Nulo	
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Nulo	
CORROSIVIDAD	No corrosivo	
DATOS CUANTITATIVOS		
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
HUMEDAD	3%	%
ABSORCION	210%	%
DENSIDAD	1%	%
GRANULOMETRIA	< 75 o Tamiz N°200	micras
<p><i>Nota:</i> La muestra es tierra de diatomea extraida de planta, la cual presenta los datos estandar aproximado de las de venta comercial.</p>		

Fuente: Laboratorio SEICAN

Tabla 3. *Técnicas e instrumentos aplicados en laboratorio*

NORMA	TÉCNICA	INSTRUMENTO
NTP 339.128, ASTM D4322	Análisis granulométrico el suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Juegos de mallas estándar • Balanza de precisión de 0.1 gramos
NTP 339.129, ASTM D4318	Análisis de Límite líquido y Límite de plasticidad del Suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza de precisión de 0.1 gramos. • Cuchara de casa grande
NORMA E 070; NTP 399.613	Compresión de unidad de Albañilería	<ul style="list-style-type: none"> • Máquina de compresión
NORMA E 070; NTP 399.613 Y 399.604	Variación Dimensional	<ul style="list-style-type: none"> • Regla graduada de acero
NORMA E 070; NTP 399.613	Ensayo de Alabeo	<ul style="list-style-type: none"> • Regla metálica de 30 cm • Regla graduada de acero.

Fuente: Elaboración Propia

Validación del Instrumento

Los instrumentos de validación serán los documentos estandarizados y registrados por la facultad de ingeniería entregado en el laboratorio de ensayos.

Tabla 4. *Estadística de confiabilidad de Alfa de Cronbach de la variable Uso de las unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas*

Alfa de Cronbach	N de elementos
0,917	20

Fuente: Elaboración Propia

Para la variable Ejecución presupuestal se obtuvo un Alfa de Cronbach de 0,917, lo cual quiere decir que la confiabilidad para los ítems de esta variable es aceptable.

Tabla 5. *Estadística de confiabilidad de Alfa de Cronbach de la variable Propiedades mecánicas*

Alfa de Cronbach	N de elementos
0,935	20

Fuente: Elaboración Propia

Para la variable dependiente la Gestión administrativa se obtuvo un Alfa de Cronbach de 0.935, lo cual quiere decir que la confiabilidad para los ítems de esta variable es excelente.

Confiabilidad del instrumento

De igual manera, “La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto produce resultados iguales” (Hernández, R., y otros, 2006).

Así mismo, es importante destacar que:

Existen diversos procedimientos para calcular la confiabilidad de un instrumento de medición. Todos utilizan fórmulas que producen coeficientes de confiabilidad. La mayoría de estos coeficientes pueden oscilar entre cero y uno, donde un coeficiente cero (0) significa nula confiabilidad y uno (1) representa un máximo de confiabilidad (confiabilidad total). (Hernández, R., y otros, 2006).

La confiabilidad del instrumento se calculó de acuerdo al coeficiente alfa de Cronbach para escalas múltiples, la cual es la siguiente:

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left(1 - \frac{\sum S^2}{St^2} \right)$$

Donde:

α = Coeficiente de confiabilidad

K = número de Ítems

$\sum S^2$ = Sumatoria de la varianza por ítems

St² = varianza total del instrumento.

Los resultados se interpretaron de acuerdo con el siguiente cuadro de relación:

Tabla 6. Cuadro relación coeficiente alfa de Cronbach

ESCALA	CATEGORÍA
0 – 0.20	Muy baja
0.21 – 0.40	Baja
0.41 – 0.60	Moderada
0.61 – 0.80	Alta
0.81 – 1	Muy alta

Fuente: (Perez, 1981)

Sustituyendo en el instrumento aplicado a la muestra piloto de 20 elementos los resultados fueron:

Tabla 7. Cuadro de Resultados de muestra piloto para análisis de Confiabilidad

N	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	SUMA
1	1	3	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	17
2	2	2	1	2	1	2	2	2	1	2	2	1	1	21
3	2	1	1	2	1	1	4	1	2	1	1	1	1	19
4	1	2	1	2	2	1	4	1	1	2	3	1	2	23
5	2	2	3	2	1	2	4	1	1	1	4	2	1	26
6	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	17
7	2	3	3	1	3	1	4	4	2	2	3	2	1	31
8	2	3	3	2	3	2	4	4	2	2	4	1	2	34
9	2	1	1	1	1	2	1	3	2	1	2	1	1	19
10	2	1	2	1	3	1	1	4	2	2	3	1	2	25
11	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	4	2	1	20
12	2	3	3	3	3	2	4	4	2	2	4	1	2	35
13	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	15
14	2	1	3	2	1	2	4	2	1	2	4	1	1	26
15	2	3	1	3	3	1	4	3	2	2	2	2	2	30
16	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	3	1	1	18
17	1	3	2	1	3	1	1	3	1	2	1	1	2	22
18	2	2	3	3	3	1	4	2	2	1	4	1	1	29
19	2	3	2	3	3	2	4	4	2	2	3	2	2	34
20	2	3	3	3	3	2	4	3	1	2	3	1	2	32
VAR	0.221	0.842	0.787	0.695	0.997	0.261	2.092	1.411	0.261	0.197	1.397	0.197	0.261	9.618

Reemplazamos en la fórmula:

$$\alpha = \frac{13}{13 - 1} \left(1 - \frac{9.618}{41.608} \right)$$

$$\alpha = 1.083(1 - 0.231)$$

$$\alpha = 0.95$$

Según el cuadro de relación el valor obtenido 0.95 refleja una confiabilidad “Muy Alta”, lo que confirma un resultado satisfactorio.

Análisis de Confiabilidad

La confiabilidad fue se realizó mediante el análisis de la consistencia que muestran los datos internamente. Para ello se empleó el coeficiente de Alfa de Cronbach, el cual oscila entre 0 a 1. Para la realización de este coeficiente se tuvo en cuenta los siguientes criterios.

Tabla 8.

Tipos alfa de Cronbach

COEFICIENTE	CRITERIO
α de Cronbach < 0,5	Es inaceptable
α de Cronbach \geq 0,5	Es pobre
α de Cronbach \geq 0,6	Es cuestionable
α de Cronbach \geq 0,7	Es aceptable
α de Cronbach \geq 0,8	Es bueno
α de Cronbach \geq 0,9	Es excelente

Fuente: Elaboración Propia

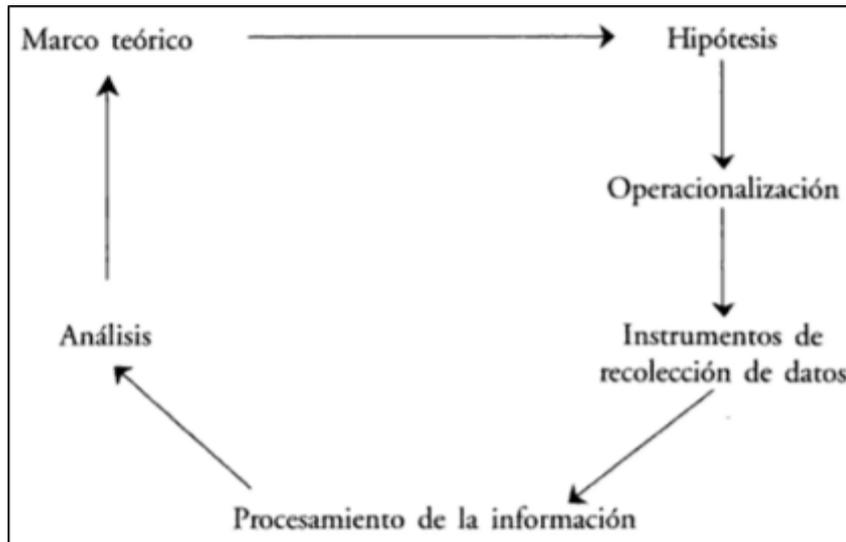
Materiales:

- Tierras de diatomeas
- Arcilla
- Agua
- Prensa
- Equipo de compresión
- Horno tipo mufla
- Molde de madera

2.3. Procedimiento de recolección de datos

Según Valderrama (2015), dice que el “análisis y los datos, después de haberlos obtenido, el siguiente paso es hacer el examen de los mismos para ofrecer respuesta a la pregunta inicial y, si corresponde, poder aceptar o negar las conjetura en estudio” (p. 229). Se aplicarán el análisis descriptivo y el análisis inferencial.

Figura 8. *Procedimiento de recolección de datos*



Fuente: LA AVENTURA DEL PENSAMIENTO CRÍTICO: Herramientas para elaborar tesis e investigaciones socioeducativas. (Oscar. A, Zapata. 2005)

Valderrama. S, (2013) sugiere, “Asimismo, es considerable que el investigador sepa que tipos de cambios trabajó en la obtención de datos. Identificando el tipo de variable, se transporta a cabo la codificación y la preparación del banco de información para los dos cambios. Un banco de información bien estructurada facilita el examen de la información y garantiza su posterior uso o interpretación. Para eso, es requisito elegir preciso programa de examen. Excel, Spss, Minitab, etc.” (p.230).

2.4.1. SOFTWARE

BELÉN, María y NAVARRO, Yadira (2010) el Excel es un programa para investigar datos para las apps prácticas y pretensiones de exploración, debido a que puede conducir datos de enorme intensidad y examen estadísticos complejos (p. 15).

2.4.2. Estadística

2.4.2.1. Varianza

La varianza muestral puede definirse como el “promedio” de las distancias que existen hacia la media al cuadrado, la varianza no tiene las mismas unidades que los datos (Orellana, 2001).

2.4.2.2. Desviación estándar (desviación típica)

Para tener una medida de dispersión con las unidades de medida igual a los datos originales, se utiliza la raíz cuadrada positiva de la varianza, a esto se llama desviación típica (Vargas A., 1995).

La desviación estándar nos da una idea de la distancia promedio de los datos a la media muestral, cuán dispersos están los valores (Orellana, 2001).

2.4.2.3. Prueba de Normalidad de Shapiro – Wilk

Es una de las pruebas más sencillas y potentes, la cual indica si la variable estudiada sigue o no una distribución normal. La condición para realizar esta prueba es que la muestra sea igual o menor a 50 (Segnini, s.f.).

2.4.2.4. Homogeneidad de Varianzas – Estadístico de Levene

La prueba de Levene es poco sensible a la desviación de normalidad, esto quiere decir que, aunque exista falta de normalidad en las distribuciones de las poblaciones muestreadas, hay menor probabilidad que la prueba rechace una verdadera hipótesis de igualdad de varianzas (Correa, Iral, & Rojas, 2006).

Se usa esta prueba para probar la hipótesis sobre la igualdad de varianza de una variable, es decir, evaluar si la varianza es constante o no entre diferentes grupos (Salgado, s.f.).

2.4.2.5. Prueba de Hipótesis

2.4.2.5.1. ANOVA

El análisis de varianza (ANOVA) se usa para comparar varios grupos de una variable cuantitativa, se usa para evaluar la igualdad de medias de tres o más poblaciones independientes (Bakieva, Gonzáles, & Jornet, s.f.).

2.4. Procedimiento de tratamiento y análisis de datos

Las unidades de albañilería que se elaboran en base a los agregados naturales serán codificación COD A., los elaborados con agregados usando tierras de diatomeas 30%, 40% y 50%.

Al determinar las propiedades físicas y obtener los datos se realiza la dosificación de la mezcla ACI 211:

Cálculo del volumen y peso de arcilla

Cálculo del volumen y peso de tierras de diatomeas

Aporte de agua libre de los agregados

Cantidad de agua efectiva para diseño

Cálculo de las proporciones en volumen

Para determinar la resistencia a la compresión f'_m de pilas de albañilería, se elaboraron 3 pilas de albañilería conformadas por cuatro unidades de ladrillo, con un mortero, cemento arena, en proporción 1:4, con un espesor de junta de 1 cm; y fueron curadas por un periodo de tiempo de 14 días, tal como lo especifica la normativa vigente E-070 Albañilería. La secuencia de construcción fue la siguiente: Se seleccionaron los ladrillos, eliminando los que tenían esquinas defectuosas o rajaduras. Luego, se limpiaron con una escobilla. Se preparó suficiente mortero para usarse en 1 hora de trabajo.

Figura 9. Elaboración de mezcla



Fuente: Elaboración propia (2022)

Para el asentado se colocó primero una capa de mortero que cubría toda la superficie de asiento y, luego, se colocó el ladrillo.

Figura 10. Elaboración de pilas



Fuente: Elaboración propia (2022)

Terminado el periodo de curado, se procedió a ensayar a compresión quince pilas de albañilería, con la finalidad de tener una muestra patrón o línea base, exponiendo las restantes al agua por tiempos de cinco, diez y quince días, en grupos de quince unidades respectivamente

Figura 11. Colocación de pilas



Luego de exponer las pilas en agua, estas fueron ensayadas en grupos de quince, cada cinco días hasta completar los quince días, teniendo las siguientes consideraciones.

ANTES DEL ENSAYO:

Determinar las dimensiones promedio de las pilas, es decir, el valor promedio de a, b y h por lo menos con la lectura de tres valores para garantizar el valor más cercano a la realidad que tiene cada una de sus dimensiones.

Figura 12. Medida de las dimensiones de cada una de las pilas



Los valores de sus tres dimensiones nos darán el valor más probable del área resistente, así como de la dimensión que se va a deformar. } Verificar el paralelismo de las caras que van a ser comprimidas, esto en la medida que la máquina de ensayo no registra el valor de la carga si sus caras comprimidas no estén paralelas; sin embargo, si se registra deformaciones, entonces, el diagrama Esfuerzo vs Deformación puede tener una anomalía, es decir, una deformación inicial sin ningún nivel de carga. } Para determinar este ensayo, se coloca las pilas de albañilería entre los platillos de la prensa y se procede a someter a carga.

Figura 13. Colocación de pila de albañilería en la máquina a compresión



DURANTE DEL ENSAYO:

Marcar y codificar cada espécimen.

Medir el área resistente.

Revisar que las caras estén paralelas, caso contrario uniformizarlas.

Colocar papel en la base y en la parte superior del espécimen.

Llevar el espécimen a la prensa hidráulica.

Medir carga y deformación longitudinal en la máquina de compresión.

Se debe observar en forma permanente el limbo de carga. Resulta interesante e importante observar permanentemente el limbo de carga porque antes que se produzca el fallamiento total de la probeta, las agujas suelen tratar de regresar en vez de avanzar. Esto se traduce o interpreta como que la probeta ha fallado parcialmente; luego, las agujas seguirán un movimiento en ascenso.

Figura 14. Visualización de la deformación de la pila y murete de albañilería



Se procede a anotar cada una de las deformaciones producidas por al incremento de carga, cada 500 kg

Una vez rota la pila se toma nota de la carga última y de la deformación máxima. Finalmente, se retira la pila de albañilería y se procede a preparar la máquina para la siguiente prueba

2.5.1. Análisis de datos

Análisis con el software SPSS (Tresierra, 2016)

PITA (2016), hacen una referencia sobre las primordiales diferencias entre la exploración cualitativa y cuantitativa, mencionando primordialmente que la segunda es aquella que recopila datos cuantitativos para después analizarlos, en contraste con la primera que impide la cuantificación (p. 1).

Se enseña a más grande aspecto el procedimiento a utilizar en la presente proposición. Este procedimiento hipotético-deductivo, de igual modo llamado de contrastación de conjetura, consta en entender cómo la realidad o falsedad del enunciado básico dice la realidad o falsedad de la conjetura que ponemos a prueba; eso supone someter a prueba las conjeturas de la forma más riguroso viable, sugiriendo contraejemplos que después se verifican que no cumplen; pues, la conjetura significa contradecir los contraejemplos (p. 51).

Prosiguiendo se ejecuta la definición y el aspecto de los primordiales conceptos comprometidos en la parte estadística del presente emprendimiento de investigación: Análisis relacionados con las hipótesis: cada una de las hipótesis formuladas debe ser objeto de verificación, en algunos casos se emplea la estadística inferencial. La evaluación física de agregado procedente de los residuos de construcción y demolición, será evaluada con la Norma Técnica Peruana.

2.5. Aspectos éticos

La originalidad de esta investigación será evaluada por el programa Turnitin.

Por falta de economía no se harán ensayos de flexión ni tracción en las unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas.

CAPÍTULO III - RESULTADOS

3.1. Resultados del ensayo de resistencia a compresión de unidad de albañilería

Finalmente, se retira la pila de albañilería y se procede a preparar la máquina para la siguiente prueba. Se realizaron los ensayos de resistencia a compresión de unidades de albañilería a los 7 y 28 días de secado en el laboratorio según lo indicado en la NTP 399.613, sometiéndose a ensayo 3 muestras de ladrillos con adición de 30%, 40% y 50% de tierras de diatomeas.

3.1.1. Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 30% de tierras de diatomeas a los 7 días de secado

Tabla 9. Resistencia a la compresión del ladrillo ecológico con adición de 30% de diatomeas a los 7 días de secado

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON ADICIÓN DE 30% DE DIATOMEAS A LOS 7 DÍAS DE SECADO (NTP 399.613)						
Indicadores		Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f'b (kg/cm ²)
30% DE DIATOMEAS	M1	23.10	12.60	291.10	24755.90	85.50
	M2	23.00	12.60	289.80	25547.80	88.20
	M3	23.10	12.70	293.40	24321.00	82.90
Resistencia a la compresión promedio						85.53

Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Resultado del ladrillo con 30% de diatomeas los 7 días del secado



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9 y figura 8, se muestra los resultados del ensayo a compresión de la unidad de albañilería con adición de 30% de tierra de diatomeas obteniendo así los siguientes valores: **muestra1 = 85.50 kg/cm²**, **muestra2 = 88.20 kg/cm²**, **muestra3 = 82.90 kg/cm²** y el **promedio = 85.52 kg/cm²**.

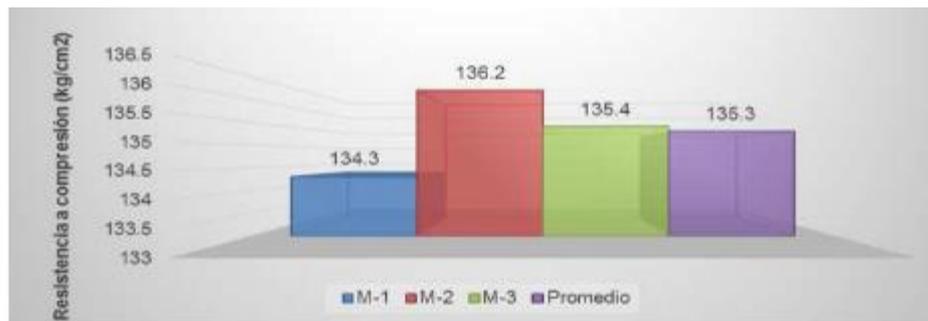
3.1.2. Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 30% diatomeas a los 28 días de secado.

Tabla 10. Resistencia a la compresión del ladrillo ecológico con adición de 30% de tierras de diatomeas a los 28 días de secado

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ECOLOGICO CON ADICIÓN DE 30% DE DIATOMEAS A LOS 28 DÍAS DE SECADO (NTP 399.613)						
Indicadores		Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f'b (kg/cm ²)
30% TIERRA DE DIATOMEAS	M1	23.30	12.70	295.90	39748.40	134.30
	M2	23.00	13.00	299.00	40729.808	136.20
	M3	23.00	13.00	299.00	40498.70	135.40
Resistencia a la compresión promedio						135.30

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Gráfico de barras de la resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 30% de Diatomeas a los 28 días de secado



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10 y figura 9, se muestra los resultados del ensayo a compresión de la unidad de albañilería con adición de 30% de tierra de diatomeas obteniendo así los siguientes valores: **muestra1 = 134.30 kg/cm²**, **muestra2 = 136.20 kg/cm²**, **muestra3 = 135.4 kg/cm²** y el **promedio = 135.30 kg/cm²**.

Tabla 11. Prueba “t” de Student para resistencia a compresión del ladrillo con 30% de Tierras de diatomeas

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 130					
	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de Intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Resistencia ladrillo 40% tierras de diatomeas	9,598	2	0.011	5,26667	2,9056	7,6277

Fuente: Spss versión 25

De acuerdo a la tabla 11, el P-valor es de 0.011 es menor que 0.05 (α), por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis alterna (H_1).

En conclusión, con un nivel de significancia (α) de 0.05, la adición del 30% de tierras de diatomeas aumenta las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico. Estos ladrillos ecológicos clasifican como ladrillos tipo IV cumpliendo con la Norma E 070.

Figura 17. Comparación de ladrillo ecológico con 30% de tierras de diatomeas y ladrillos existentes según la Norma E 070



Fuente: Elaboración propia

En la figura 10, se muestra la clasificación de los ladrillos según la Norma E 070, se plasma esta tabla con la finalidad de poder realizar la comparación y clasificación de los ladrillos ecológicos con adición de 30% de tierras de diatomeas, ensayados a los 7 y 28 días de secado. Destacamos el resultado del ensayo a los 28 días ya que tienen una resistencia a compresión de 135.30 kg/cm², clasificándolo como ladrillos tipo IV con un nivel de significancia (α) de 0.05, ya que la resistencia obtenida está entre los intervalos de 130 a 180 kg/cm².

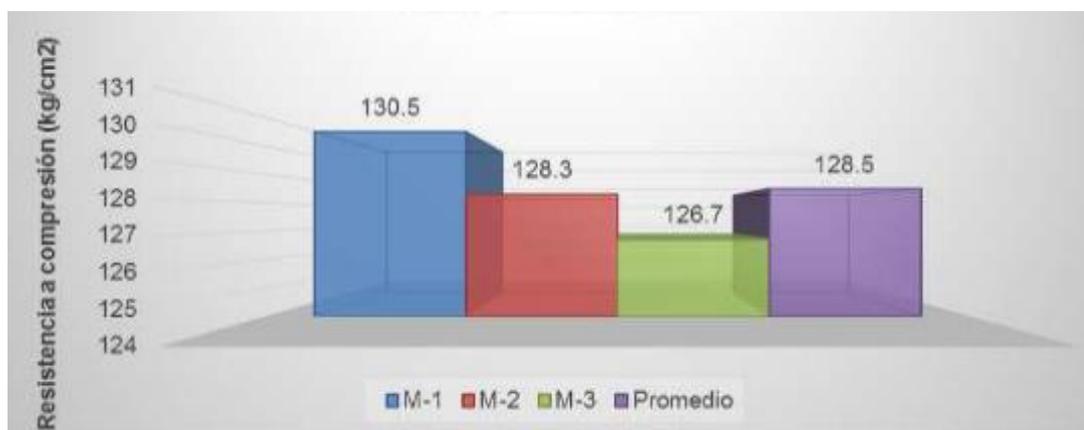
3.1.3. Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas a los 28 días de secado

Tabla 12. Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 40% de Tierras de diatomeas a los 28 días de secado.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON ADICIÓN DE 40% DE TIERRAS DE DIATOMEAS A LOS 28 DÍAS DE SECADO(NTP 399.613)						
Indicadores		Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	(f' b) (kg/cm ²)
40% TIERRAS DE DIATOMEAS	M1	23.00	12.60	289.8	37832.2	130.5
	M2	23.50	12.50	293.8	37697.3	128.3
	M3	23.30	12.70	295.9	37498.3	126.7
Resistencia a la compresión promedio						128.5

Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Gráfico de barras de la resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas a los 28 días de secado.



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12 y figura 11, se muestra los resultados del ensayo a compresión de la unidad de albañilería con adición de 40% de tierras de diatomeas obteniendo así los siguientes datos: **muestra1 = 80.70 kg/cm²**, **muestra2 = 77.30 kg/cm²**, **muestra3 = 80.00 kg/cm²** y el **promedio = 79.33 kg/cm²**

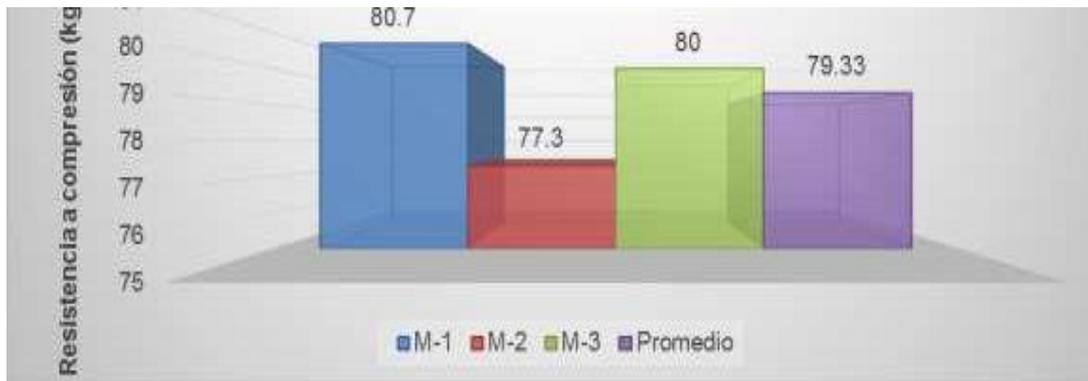
3.1.4. Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 40% de tierra de diatomeas a los 7 días de secado

Tabla 13. Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas a los 7 días de secado.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO CONADICIÓN DE 40% TIERRAS DE DIATOMEAS A LOS 7 DÍAS DE SECADO(NTP 399.613)						
Indicadores		Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f ['] b (kg/cm ²)
40% TIERRAS DE DIATOMEAS	M1	23.00	12.50	287.5	23205.0	80.7
	M2	23.10	12.50	291.1	22490.8	77.3
	M3	23.10	12.60	291.1	23247.0	80.0
Resistencia a la compresión promedio						79.33

Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Gráfico de barras de la resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas a los 7 días de secado.



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 13 y figura 12, se muestra los resultados del ensayo a compresión de la unidad de albañilería con adición de 40 % de tierra de diatomeas obteniendo así los siguientes datos: **muestra1 = 130.50 kg/cm²**, **muestra2 = 128.30 kg/cm²**, **muestra3 = 126.70 kg/cm²** y el **promedio = 128.50 kg/cm²**.

Tabla 14. Prueba “t” de Student para resistencia a compresión del ladrillo con 40% de tierra de diatomeas.

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 130					
	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferenciade medias	95% de intervalo de confianza de ladiferencia	
					Inferior	Superior
Resistencia ladrillo con 40% tierras de diatomeas	-1,362	2	0.306	-1,50000	-6,2394	3,2394

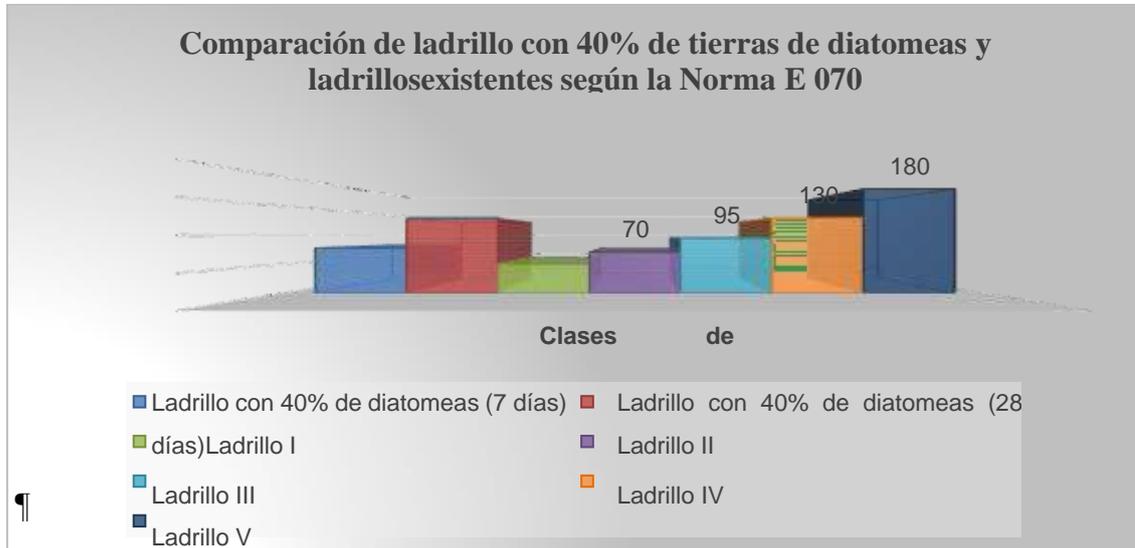
Fuente: Spss versión 25

De acuerdo a la tabla 14, el P- valor es de 0.306 y es mayor que 0.05 (α), por lo tanto, aceptamos la hipótesis nula (H_0) y rechazamos la hipótesis alterna (H_1).

En conclusión, con un nivel de significancia (α) de 0.05, la adición del 40% de tierras de diatomeas no incrementa las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico. Estos ladrillos ecológicos no clasifican como ladrillos tipo IV, pero si clasifican como ladrillos tipo III, el cual indica que debe tener una resistencia de 95kg/cm² por lo que también cumplen con lo estipulado en la Norma E 070.

Clasificación del ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas según su resistencia a la compresión a los 7 y 28 días de secado, según Norma E 070.

Figura 20. Clasificación del ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas según su resistencia a compresión a los 7 y 28 días de secado



Fuente: Elaboración propia

En la figura 13, se muestra la clasificación de los ladrillos según la Norma E 070, se plasma esta tabla con la finalidad de poder realizar la comparación y clasificación de los ladrillos ecológicos con adición de 40% de tierras de diatomeas ensayados a los 7 y 28 días de secado. Destacamos los resultados del ensayo a los 28 días ya que tienen una resistencia a compresión de 128.50 kg/cm², lo cual no clasifica como ladrillos tipo IV con fines estructurales, pero si clasifica como un ladrillo tipo III con un nivel de significancia (α) de 0.05, ya que la resistencia obtenido esta entre los intervalos de 95 a 130 kg/cm².

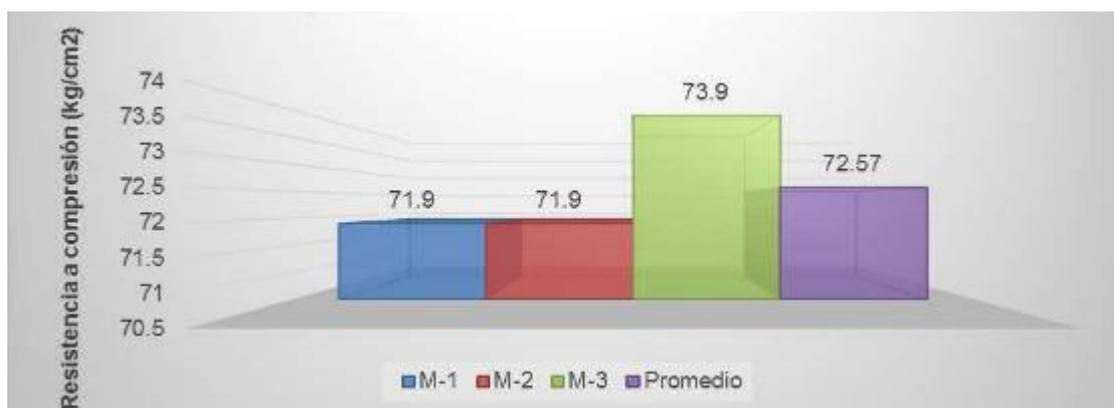
3.1.5. Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas a los 7 días de secado

Tabla 15. Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas a los 7 días de secado.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO CONADICIÓN DE 50% TIERRAS DE DIATOMEAS A LOS 7 DÍAS DE SECADO (NTP 399.613)						
Indicadores		Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f ^{tb} (kg/cm ²)
50% TIERRAS DE DIATOMEAS	M1	23.00	12.50	287.50	2,0683.60	71.90
	M2	23.10	12.60	291.10	2,0937.60	71.90
	M3	23.10	12.60	288.80	2,1339.20	73.90
Resistencia a la compresión promedio						72.57

Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Gráfico de barras de la resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas a los 7 días de secado



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15 y figura 14, se muestra los resultados del ensayo a compresión de la unidad de albañilería con adición de 50% de tierras de diatomeas obteniendo así los siguientes datos: **muestra1 = 71.90 kg/cm²**, **muestra2 = 71.90 kg/cm²**, **muestra3 = 73.90 kg/cm²** y el **promedio = 72.57 kg/cm²**.

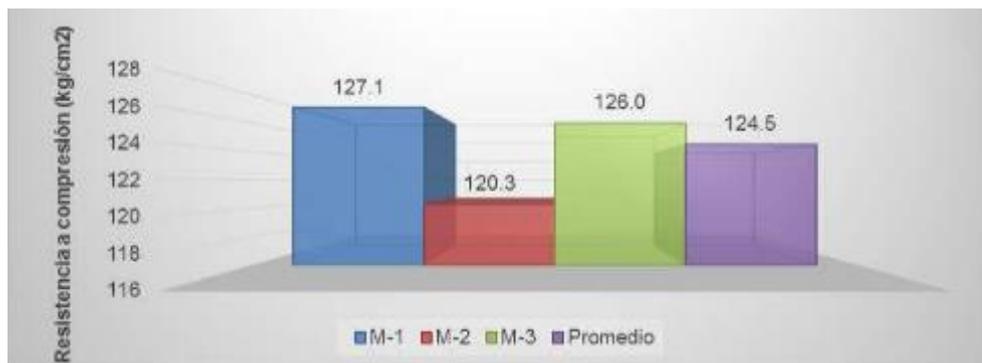
3.1.6. Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas a los 28 días de secado

Tabla 16. Resultado del ensayo a compresión del ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas a los 28 días de secado.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON ADICIÓN DE 50% TIERRAS DE DIATOMEAS A LOS 28 DÍAS DE SECADO (NTP 399.613)						
Indicadores		Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f'b (kg/cm ²)
50% TIERRAS DE DIATOMEAS	M1	23.30	12.70	295.9	37617.50	127.10
	M2	23.30	12.60	293.6	35305.70	120.30
	M3	23.30	12.50	291.3	36706.70	126.00
Resistencia a la compresión promedio						124.50

Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Gráfico de barras de la resistencia a compresión del ladrillo ecológico con 50% de Tierras de diatomeas a los 28 días de secado



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16 y figura 15, se muestra los resultados del ensayo a compresión de la unidad de albañilería con adición de 50% de tierras de diatomeas obteniendo así los siguientes datos: **muestra1 = 127.10 kg/cm²**, **muestra2 = 120.30 kg/cm²**, **muestra3 = 126.00 kg/cm²** y el **promedio = 124.50 kg/cm²**.

Tabla 17. Prueba “t” de Student para resistencia a compresión del ladrillo con 50% de tierras de diatomeas

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 130					
	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Resistencia ladrillo con 50% tierras de Diatomeas	-2,626	2	0.120	-5,53333	-14,6007	3,5341

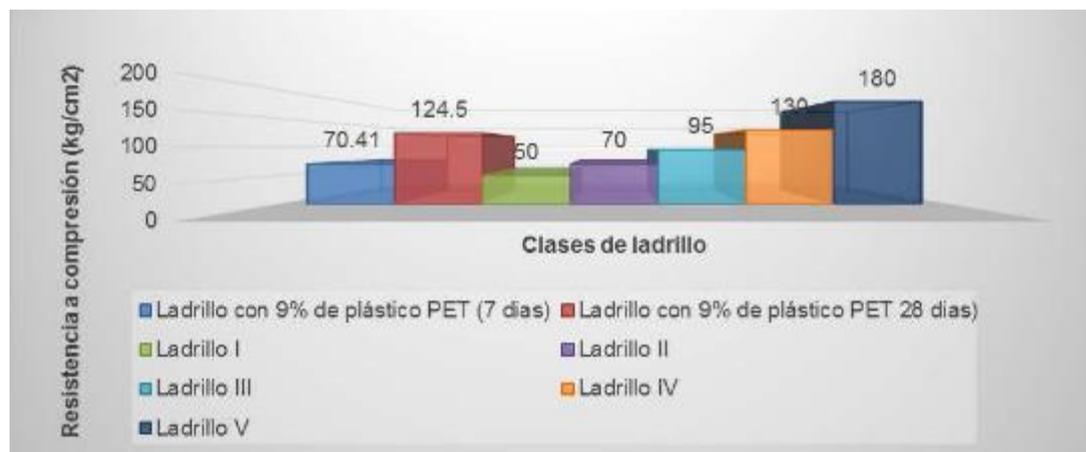
Fuente: Spss versión 25

De acuerdo a la tabla 17, el P- valor es de 0.120 y es mayor que 0.05 (α), por lo tanto, aceptamos la hipótesis nula (H_0) y rechazamos la hipótesis alterna (H_1).

En conclusión, con un nivel de significancia (α) de 0.05, la adición del 50% de tierras de diatomeas no mejora las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico. Estos ladrillos ecológicos no clasifican como ladrillos tipo IV, pero si clasifican como ladrillos tipo III, el cual indica que debe tener una resistencia de 95 kg/cm² por lo que también cumplen con lo estipulado en la Norma E 070.

Clasificación del ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas según su resistencia a compresión a los 7 y 28 días de secado- Norma E 070.

Figura 23. Clasificación del ladrillo ecológico con 50 % de tierras de diatomeas según su resistencia a compresión a los 7 y 28 días de secado.



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17, se muestra la clasificación de los ladrillos según la Norma E 070, se plasmas esta tabla con la finalidad de poder realizar la comparación y clasificación de los ladrillos ecológicos con adición de 50% de tierras de diatomeas, ensayados a los 7 y 28 días de secado. Destacamos el resultado del ensayo a los 28 días ya que tienen una resistencia a compresión de 124.50 kg/cm², lo cual no clasifica como ladrillos tipo

IV con fines estructurales, pero si clasifica como un ladrillo tipo III con un nivel de significancia (α) de 0.05, ya que la resistencia obtenido esta entre los intervalos de 95 a 130 kg/cm².

3.2. Resultado del ensayo de variación dimensional para ladrillos ecológicos con 30% de tierras de diatomeas

Tabla 18. Resultado de variación dimensional del ladrillo ecológico con 30% tierras de diatomeas (NTP. 399.613/ 339.604)

VARIACION DIMENSIONAL DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON ADICIÓN DE 30% TIERRAS DE DIATOMEAS															
$V = \left(\frac{De - Dp}{De} \right) \times 100$	V= Variabilidad dimensional %										Largo fabricante (cm)		23		
	De= Dimensiones estándar del fabricante (cm)										Ancho fabricante (cm)		12.5		
	Dp= Dimensiones promedio (cm)										Alto fabricante (cm)		9		
	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
Muestra	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	23.1	22	24.1	24.2	23.1	12.6	12.9	12.5	12.4	12.6	8.9	8.7	9	9	8.9
M-2	23.1	22.1	24.1	24.	23.2	12.9	12.6	12.5	12.4	12.6	8.9	8.7	8.9	9	8.9
M-3	22	23.1	24.2	24.1	23.1	13	12.6	12.5	12.4	12.7	8.9	8.9	9	9	8.9
	Largo promedio (Lp)				23.06	Ancho promedio (Ap)				12.6	Alto promedio (Hp)				8.9
	Var. Dimensional (V%)				-0.28	Var. Dimensional (V%)				-1.1	Var. Dimensional (V%)				1.1

Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Gráfico de resultado de ensayo de variación dimensional del ladrillo ecológico con 30% tierras de diatomeas (NTP. 399.613/ 339.604)



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 18 y figura 17 con los resultados obtenidos mediante los ensayos de laboratorio podemos afirmar que al adicionar 30% de tierra de diatomeas se mejora la variación dimensional del ladrillo. Esta afirmación se da debido a que en los antecedentes la variación dimensional es mayor. Los valores de -0.28 (largo), -1.1 (ancho) y 1.11 (alto), según la Norma E 070 clasifica como ladrillos de clase V.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Para variación dimensional de ladrillos ecológicos con 30% de tierras de diatomeas a los 28 días de secado. Para este análisis estadístico se empleó las dimensiones de todos los promedios de largo, ancho y alto de las muestras ensayadas.

El análisis estadístico se hace a partir de un intervalo de confianza, este intervalo se encuentra dentro del intervalo teórico los cuales tienen dimensiones que cumplen con los requerimientos estipulados en la Norma E 070 para ladrillos tipo IV con un nivel de significancia (α) de 0.05.

Ladrillos ecológicos con adición de 30% de tierras de diatomeas

a. largo

Intervalo teórico: < 22.54 cm; 23.46 cm>

Tabla 19. Intervalos de confianza para el largo del ladrillo ecológico con 30% de tierras de diatomeas

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza	
					Inferior	Superior
LARGO	3	23,1333	0.05774	0.03333	22,9899	23,2768

Fuente: Spss versión 25

b. ancho

Intervalo teórico: < 12.125 cm; 12.875 cm>

Tabla 20. Intervalos de confianza para el ancho del ladrillo ecológico con 30% de tierras de diatomeas

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza	
					Inferior	Superior
ANCHO	3	12,6333	0.05774	0.03333	12,4899	12,7768

Fuente: Spss versión 25

c. Alto

Intervalo teórico: < 8.64 cm; 9.36 cm>

Tabla 21. Intervalos de confianza para el alto del ladrillo ecológico con 30% de tierras de diatomeas

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
ALTO	3	8,8333	0.11547	0.06667	8,7465	9,1202

Fuente: Spss versión 25

De acuerdo a las tablas 19, 20 y 21, muestran que los intervalos de confianza están dentro de los intervalos teóricos establecidos por la norma para variación dimensional. se concluye que las medianas muestrales están dentro del intervalo establecido con un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, la adición del 30% de tierras de diatomeas aumenta las propiedades físicas del ladrillo ecológico.

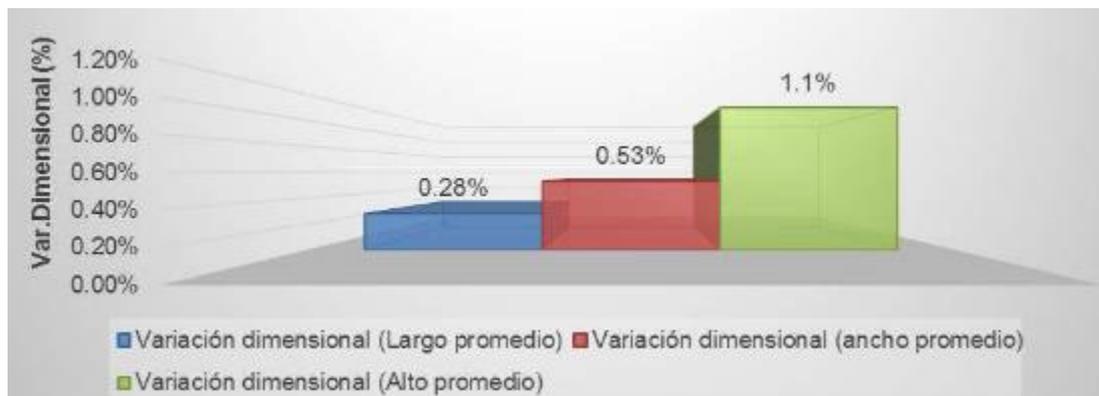
3.3. Resultado del ensayo de variación dimensional para ladrillos ecológicos con 40% de tierras de diatomeas

Tabla 22. Resultado de variación dimensional del ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas (NTP. 399.613/ 339.604)

VARIACION DIMENSIONAL DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON ADICIÓN DE 40% TIERRAS DE DIATOMEAS															
$V = \left(\frac{De - Dp}{De} \right) \times 100$	V= Variabilidad dimensional %					Largo fabricante (cm)					23				
	De= Dimensiones estándar delfabricante (cm)					Ancho fabricante (cm)					12.5				
	Dp= Dimensiones promedio (cm)					Alto fabricante (cm)					9				
	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
Muestra	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	23.1	22.1	24.1	24.	23.0	12.6	12.5	12.5	12.4	12.5	8.9	8.7	9	9	8.9
M-2	22	23.1	24.2	24.1	23.1	12.9	12.6	12.5	12.4	12.6	8.9	8.7	8.9	9	8.9
M-3	23.1	22	24.1	24.2	23.1	12.5	12.8	12.5	12.6	12.6	8.9	8.9	9	9	8.9
	Largo promedio (Lp)				23.06	Ancho promedio (Ap)				12.56	Alto promedio(Hp)				8.9
	Var. Dimensional(V%)				-0.28	Var. Dimensional(V%)				-0.53	Var. Dimensional(V%)				1.1

Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Gráfico de resultado de variación dimensional del ladrillo ecológico con 40 % Tierras de diatomeas (NTP. 399.613/ 339.604)



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22 y figura 18, con los resultados obtenidos mediante los ensayos de laboratorio podemos afirmar que al adicionar 50% de tierras de diatomeas se mejoró las propiedades físicas del ladrillo ecológico, en este caso variación dimensional. Esta afirmación se da debido a que en los antecedentes la variación dimensional es mayor. Los valores de -0.28 (largo), -0.53 (ancho) y 1.11 (alto), según la Norma E 070 clasifica como ladrillos de clase V.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Para variación dimensional de ladrillos ecológicos con 40 % de tierras de diatomeas a los 28 días de secado

Para este análisis estadístico se empleó las dimensiones de todos los promedios de largo, ancho y alto de las muestras ensayadas.

El análisis estadístico se hace a partir de un intervalo de confianza, este intervalo se encuentra dentro del intervalo teórico los cuales tienen dimensiones que cumplen con los requerimientos estipulados en la Norma E 070 para ladrillos tipo IV con un nivel de significancia (α) de 0.05.

Ladrillos ecológicos con adición de 40% de tierras de diatomeas

a. Largo

Intervalo teórico: < 22.54 cm; 23.46 cm >

Tabla 23. Intervalos de confianza para el largo del ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza	
					Inferior	Superior
LARGO	3	23,1333	0.05774	0.03333	22,9232	23,2101

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25

b. Ancho

Intervalo teórico: < 12.125 cm; 12.875 cm>

Tabla 24. Intervalos de confianza para el ancho del ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza	
					Inferior	Superior
ANCHO	3	12,5667	0.05774	0.03333	12,4232	12,7101

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25

c. Alto

Intervalo teórico: < 8.64 cm; 9.36 cm>

Tabla 25. Intervalos de confianza para el alto del ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
ALTO	3	8,9333	0.05774	0.03333	8,7899	9,0768

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25

De acuerdo a las tablas 23, 24 y 25, muestran que los intervalos de confianza están dentro de los intervalos teóricos establecidos por la norma para variación dimensional. se concluye que las medianas muestrales están dentro del intervalo establecido con un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, La adición del 40% de tierras de diatomeas incrementa las propiedades físicas del ladrillo ecológico.

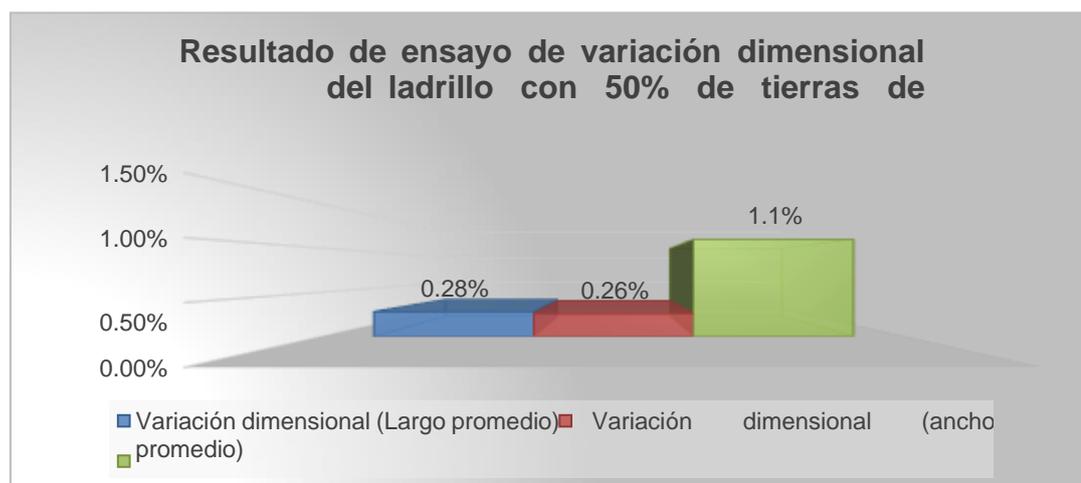
3.4. Resultado del ensayo de variación dimensional para ladrillos ecológicos con 50% de tierras de diatomeas

Tabla 26. Resultado de variación dimensional del ladrillo ecológico con 50% Tierras de diatomeas (NTP. 399.613/ 339.604)

VARIACION DIMENSIONAL DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON ADICIÓN DE 50% DIATOMEAS															
$V = \left(\frac{De - Dp}{De} \right) \times 100$						V= Variabilidad dimensional %					Largo fabricante (cm)		23		
						De= Dimensiones estándar del fabricante (cm)					Ancho fabricante (cm)		12.5		
						Dp= Dimensiones promedio (cm)					Alto fabricante (cm)		9		
Muestra	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp
M-1	23.1	22.1	24.1	24.1	23.0	12.6	12.5	12.5	12.4	12.5	8.9	8.7	9	9	8.9
M-2	22	23.1	24.2	24.1	23.1	12.9	12.6	12.5	12.4	12.6	8.9	8.7	8.9	9	8.9
M-3	23.1	22	24.1	24.2	23.1	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	8.9	8.9	9	9	8.9
Largo promedio (Lp)					23.06	Ancho promedio (Ap)					12.53	Altura prom. (Ap)		8.9	
Var. Dimen. (V%)					-0.28	Var. Dimen. (V%)					-0.26	Var. Dimen. (V%)		1.1	

Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Gráfico de resultado de variación dimensional del ladrillo ecológico con 50% tierras de diatomeas (NTP. 399.613/ 339.604)



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 26 y figura 19, con los resultados obtenidos mediante los ensayos de laboratorio podemos afirmar que al adicionar 50% de tierras de diatomeas se mejoró las propiedades físicas del ladrillo ecológico, en este caso variación dimensional. Esta

afirmación se da debido a que en los antecedentes la variación dimensional es mayor. Los valores de -0.28 (largo), -0.26 (ancho) y 1.11 (alto), según la Norma E 070 clasifica como ladrillos de clase V.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Para variación dimensional de ladrillos ecológicos con 50% de tierras de diatomeas a los 28 días de secado

Para este análisis estadístico se empleó las dimensiones de todos los promedios de largo, ancho y alto de las muestras ensayadas.

El análisis estadístico se hace a partir de un intervalo de confianza, este intervalo se encuentra dentro del intervalo teórico los cuales tienen dimensiones que cumplen con los requerimientos estipulados en la Norma E 070 para ladrillos tipo IV con un nivel de significancia (α) de 0.05.

Ladrillos ecológicos con adición de 50% de tierras de diatomeas

a. largo

Intervalo teórico: < 22.54 cm; 23.46 cm>

Tabla 27. Intervalos de confianza para el largo del ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza	
					Inferior	Superior
LARGO	3	23,3000	0.10000	0.05774	23,0516	23,5484

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25

b. Ancho

Intervalo teórico: < 12.125cm; 12.875 cm>

Tabla 28. Intervalos de confianza para el ancho del ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza	
					Inferior	Superior
ANCHO	3	12,6000	0.10000	0.05774	12,3516	12,8484

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25

c. Alto

Intervalo teórico: < 8.64 cm; 9.36 cm>

Tabla 29. Intervalos de confianza para el alto del ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
ALTO	3	8,9333	0.05774	0.03333	8,7899	9,0768

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25

De acuerdo a las tablas 27, 28 y 29, muestran que los intervalos de confianza están dentro de los intervalos teóricos establecidos por la norma para variación dimensional. se concluye que las medianas muestrales están dentro del intervalo establecido con un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, La adición del 50% de tierra de diatomeas mejora las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico.

Tabla 30. Resumen general de los resultados de variación dimensional

RESUMEN DE VARIACION DIMENSIONAL							
MUESTRA	Lp(mm)	L%	Ap(mm)	A%	Hp (mm)	H%	TIPO
Ladrillo con adición de 30% DIATOMEAS	230.6	-0.28	126.0	-1.1	89.0	1.1	V
Ladrillo con adición de 40% DIATOMEAS	230.6	-0.28	125.6	-0.53	89.0	1.1	V
Ladrillo con adición de 50% DIATOMEAS	230.6	-0.28	125.3	-0.26	89.0	1.1	V

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 30, todos los ladrillos ecológicos con adición de tierras de diatomeas en 30%, 40% y 50% cumplen con lo estipulado en la Norma E 070 en cuanto a variación dimensional, clasificándose como ladrillo de clase V.

3.5. Resultados de alabeo de unidad de albañilería

Se realizó este ensayo aplicando la NTP 399.613 y NTP 399. 604. Este ensayo se realizó en una mesa plana, para posteriormente se colocó una regla metálica en forma diagonal al ladrillo luego se introdujo la cuña metálica graduada en la zona más alabeada determinándose su concavidad o convexidad expresada en milímetros. Se ensayó 3 muestras de ladrillos con 30%, 40 % y 50% tierras de diatomeas.

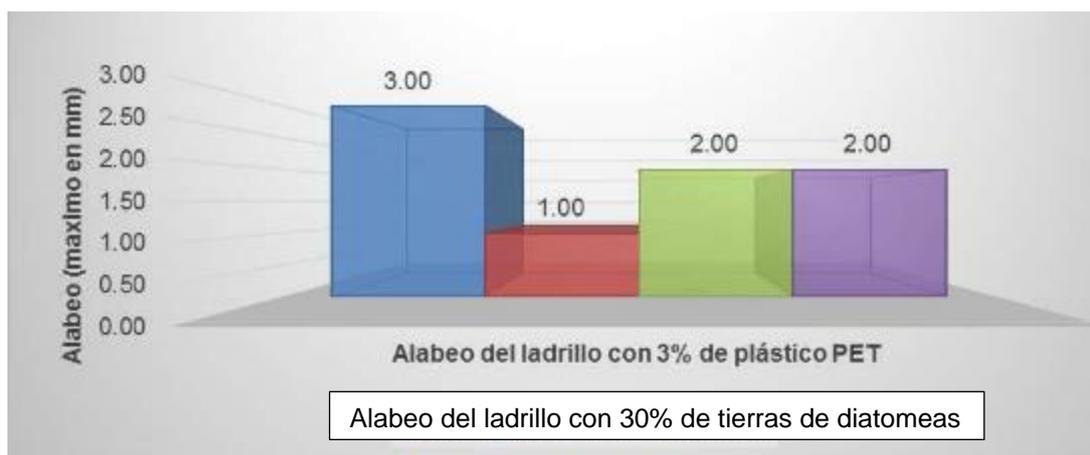
3.5.1. Resultado del ensayo de alabeo para ladrillos ecológicos con 30% de tierras de diatomeas

Tabla 31. Resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 30% de tierras de diatomeas (NTP 399.613 y NTP 399.604)

ALABEO DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON ADICIÓN DE 30% TIERRAS DE DIATOMEAS						
Muestra	Especimen	Cara A (Superior)		Cara B (Inferior)		Alabeo (mm)
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo	
30% Tierras de diatomeas	M1	0	3	0	0	3
	M2	0	1	0	0	1
	M3	0	2	0	2	2
Alabeo promedio						2

Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Gráfico de resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 30% de tierras de diatomeas (NTP 399.613 y NTP 399.604).



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 31 y figura 20, se muestra los resultados del ensayo de alabeo de la unidad de albañilería con adición de 30% de tierras de diatomeas obteniendo así los siguientes datos: **muestra1 = 3 mm**, **muestra2 = 1 mm**, **muestra3 = 2 mm** y el **promedio = 2 mm**.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Para alabeo del ladrillo ecológico con 30% de tierras de diatomeas a los 28 días de secado.

La Norma E 070 indica que los ladrillos tipo IV tendrán un alabeo máximo de 4mm tanto en concavidad y convexidad es por ello que, se está teniendo en cuenta como una medida patrón con él que se va comparar los resultados de los ensayos de alabeo.

Prueba “t” de Student.

Si:

Ho: $\mu \leq 4\text{mm}$; La adición del 30% de tierra de diatomeas no aumenta las propiedades físicas (alabeo) del ladrillo ecológico.

H1: $\mu < 4\text{mm}$; La adición del 30% de tierra de diatomeas aumenta las propiedades físicas (alabeo) del ladrillo ecológico.

Estrategia de prueba:

Si P-valor es ≤ 0.05 se rechaza la (Ho) y se acepta la (H1).

Si P-valor es > 0.05 se acepta la (Ho) y se rechaza la (H1)

Tabla 32. Prueba “t” de Student para alabeo del ladrillo ecológico con 30% de tierras de diatomeas.

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 4					
	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Alabeo con 30% de Tierras de diatomeas	-3,464	2	0.037	-2,00000	-4,4841	0.4841

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25.

De acuerdo a la tabla 32, el P- valor es de 0.037 y es menor que 0.05 (α), por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la hipótesis alterna (H1).

En conclusión, con un nivel de significancia (α) de 0.05, la adición del 30% de tierras de diatomeas aumenta las propiedades físicas del ladrillo ecológico. Los ladrillos ecológicos con 30% de tierras de diatomeas clasifican como ladrillos tipo IV, cumplen con lo estipulado en la Norma E 070,

Comparación de los resultados del ensayo de alabeo entre los ladrillos ecológicos con 30% de tierras de diatomeas y los ladrillos establecidos en la norma E-070.

Figura 28. Gráfico de comparación de resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 30% de tierras de diatomea y el alabeo establecido por la Norma E 070



Fuente: Elaboración propia

En la figura 21, se muestra la clasificación según la Norma E 070, se plasmas esta tabla con la finalidad de poder realizar la comparación y clasificación de los ladrillos ecológicos con adición de 30% de tierras de diatomeas, clasificándolo como ladrillos tipo V, ya que el alabeo obtenido es 2 mm.

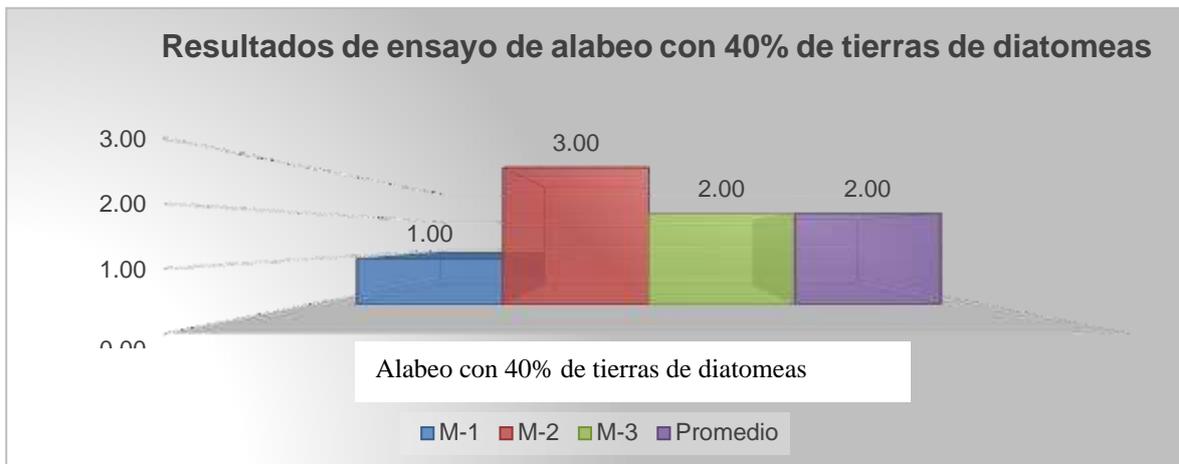
3.5.2. Resultado del ensayo de alabeo para ladrillos ecológicos con 40% de tierras de diatomeas

Tabla 33. Resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas (NTP 399.613 y NTP 399.604)

ALABEO DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON ADICIÓN DE 40%						
Muestra	Especimen	Cara A (Superior)		Cara B (Inferior)		Alabeo (mm)
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo	
40% de tierras de diatomeas	M1	0	1	0	0	1
	M2	0	3	0	0	3
	M3	0	1	0	2	2
Alabeo promedio						2

Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Gráfico de resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas (NTP 399.613 y NTP 399.604)



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 33 y figura 22, se muestra los resultados del ensayo de alabeo de la unidad de albañilería con adición de 40% de tierras de diatomeas obteniendo así los siguientes datos: **muestra1=1mm**, **muestra2=3mm**, **muestra3=2mm** y el **promedio=2mm**

ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Para alabeo del ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas a los 28 días de secado

La Norma E 070 indica que los ladrillos tipo IV tendrán un alabeo máximo de 4mm tanto en concavidad y convexidad es por ello que, se está teniendo en cuenta como una medida patrón con él que se va comparar los resultados de los ensayos de alabeo.

Prueba “t” de Student. Si:

Ho: $\mu \leq 4\text{mm}$; La adición del 40% de tierras de diatomeas no incrementa las propiedades físicas del ladrillo ecológico.

H1: $\mu < 4\text{mm}$; La adición del 40% de tierras de diatomeas incrementa las propiedades físicas del ladrillo ecológico.

La adición del 40% de tierras de diatomeas no incrementa las propiedades físicas del ladrillo ecológico.

La adición del 40% de tierras de diatomeas incrementa las propiedades físicas del ladrillo ecológico.

Estrategia de prueba:

Si P-valor es ≤ 0.05 se rechaza la (Ho) y se acepta la (H1).

Si P-valor es > 0.05 se acepta la (Ho) y se rechaza la (H1).

Tabla 34. Prueba “t” de Student para alabeo del ladrillo ecológico con 40 % de diatomeas

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 4					
	T	GI	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Alabeo con 40% de Tierras de diatomeas	-3,464	2	0.037	-2,00000	-4,4841	0.4841

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25.

De acuerdo a la tabla 34, el P- valor es de 0.037 y es menor que 0.05 (α), por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis alterna (H_1). En conclusión, con un nivel de significancia (α) 0.05, la adición del 40 % de tierras de diatomeas incrementa las propiedades físicas del ladrillo ecológico. Los ladrillos ecológicos con 40% de tierras de diatomeas clasifican como ladrillos tipo IV, cumplen con lo estipulado en la Norma E 070.

Comparación de los resultados del ensayo de alabeo entre los ladrillos ecológicos con 40% de tierras de diatomeas y los ladrillos establecidos en la Norma E 070.

Figura 30. Gráfico de comparación de resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico



Fuente: Elaboración propia

En la figura 23, se muestra la clasificación según la Norma E 070, se plasmas esta tabla con la finalidad de poder realizar la comparación y clasificación de los ladrillos ecológicos con adición de 40 % de tierras de diatomeas, clasificándolo como ladrillos tipo V, ya que el alabeo obtenido es 2mm.

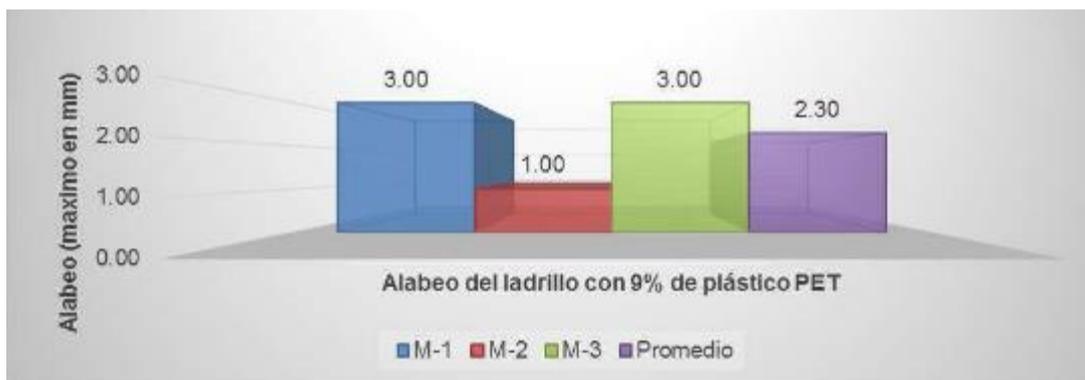
3.5.3. Resultado del ensayo de alabeo para ladrillos ecológicos con 50 % de tierras de diatomeas

Tabla 35. Resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo con 50% de tierras de diatomeas (NTP 399.613)

ALABEO DEL LADRILLO ECOLÓGICO CON ADICIÓN DE 50% DE TIERRAS DE DIATOMEAS						
Muestra	Especimen	Cara A (Superior)		Cara B (Inferior)		Alabeo (mm)
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo	
50% tierras de diatomeas	M1	0	3	0	0	3
	M2	0	1	0	0	1
	M3	0	3	0	0	3
Alabeo promedio						2.3

Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Gráfico de resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas (NTP 399.613 y NTP 399.604)



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 35 y figura 24, se muestra los resultados del ensayo de alabeo de la unidad de albañilería con adición de 50% de tierras de diatomeas obteniendo así los siguientes datos: **muestra1= 3mm**, **muestra2= 1mm**, **muestra3= 3mm** y el **promedio=2.3mm**.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Para alabeo del ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas a los 28 días de secado

La Norma E 070 indica que los ladrillos tipo IV tendrán un alabeo máximo de 4 mm tanto en concavidad y convexidad es por ello que, se está teniendo en cuenta como una medida patrón con él que se va comparar los resultados de los ensayos de alabeo.

Prueba “t” de Student. Si:

Ho: $\mu \leq 4$ mm; La adición del 50% de tierras de diatomeas no mejora las propiedades físicas del ladrillo ecológico

H1: $\mu < 4 \text{ mm}$; La adición del 50% de tierras de diatomeas mejora las propiedades físicas del ladrillo ecológico.

Estrategia de prueba:

Si P-valor es ≤ 0.05 se rechaza la (Ho) y se acepta la (H1).

Si P-valor es > 0.05 se acepta la (Ho) y se rechaza la (H1).

Tabla 36. Prueba “t” de Student para alabeo del ladrillo ecológico con 50 % de tierras de diatomeas.

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 4					
	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Alabeo con 50% de tierras de diatomeas	-0.718	2	0.025	-0.13333	-0.319	0.6652

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25.

De acuerdo a la tabla 36, el P- valor es de 0.025 y es menor que 0.05 (α), por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula (Ho) y aceptamos la hipótesis alterna (H1).

En conclusión, con un nivel de significancia (α) de 0.05, la adición del 50% de tierras de diatomeas mejora las propiedades físicas del ladrillo ecológico. Los ladrillos ecológicos con 50% de tierras de diatomeas clasifican como ladrillos tipo IV, cumplen con lo estipulado en la Norma E 070.

Figura 32. Gráfico de comparación de resultado del ensayo de alabeo para el ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas y el alabeo establecido por la Norma E 070



Fuente: Elaboración propia

En la figura 25, se muestra la clasificación según la Norma E 070, se plasmas esta figura con la finalidad de poder realizar la comparación y clasificación de los ladrillos ecológicos con adición de 50% de tierras de diatomeas, clasificándolo como ladrillos tipo IV, ya que el alabeo obtenido es 2.3 mm.

Resumen general de los resultados del ensayo de alabeo

Tabla 37. Resumen del resultado del ensayo de alabeo

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos 27	275.2	3	91.74	0.35	0.793	4.066
Dentro de los grupos	2122.9	8	265.36			
Total 2398.12 11	2398.12	11				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 37, Se muestra que el alabeo para el ladrillo king kong es de 1.66, ladrillo ecológico con 30%,40% de tierras de diatomeas su alabeo es de 2 clasificándose como ladrillo clase V y el ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas tiene un alabeo de 2.3 clasificándose como ladrillo de clase IV. Esta clasificación es de acuerdo a la Norma E 070.

Análisis de Varianza

Se analizó los datos mediante análisis de varianza y la prueba de hipótesis se realiza con el método ANOVA (ANalysis Of Avariance).

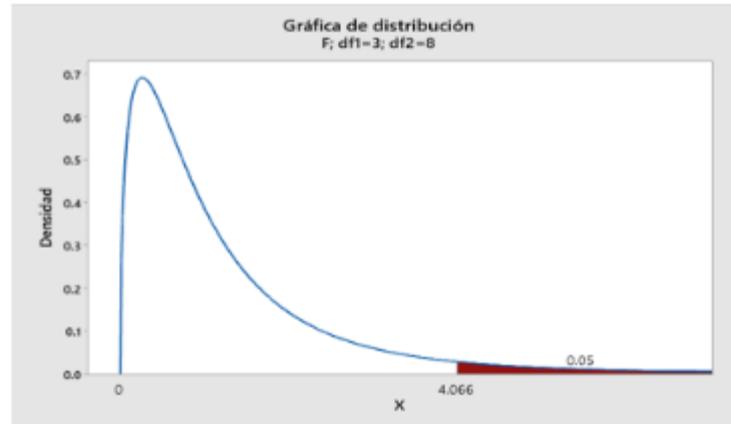
Tabla 38. Se realizó el análisis de varianza de ladrillo patrón, ladrillo con el 30%, 40% y 50% de tierras de diatomeas

RESUMEN DE ALABEO		
Muestra	Alabeo (mm)	Ladrillo Clase
Ladrillo con adición de30% DIATOMEAS	2	V
Ladrillo con adición de40% DIATOMEAS	2	V
Ladrillo con adición de50% DIATOMEAS	2.3	IV

Fuente: Elaboración propia

Descripción: En la tabla 38, Nos compara los datos obtenidos en los ensayos de análisis de varianza la probabilidad acepta la hipótesis nula.

Figura 33. Se realizó la curva del valor critico de “F”



Fuente: Elaboración propia

Descripción: En la curva vemos el valor encontrado en la tabla un valor de 4.066 a la “f” correspondiente para un alfa (α) del 5% y vemos que nuestro valor 4.066, lo cual está en la zona de aceptación, por lo cual se acepta la hipótesis Nula la igualdad de medias. Por los consiguiente se concluye que con el 5% de significancia las resistencias medias logradas en las unidades de albañilería patrón (sin sustitución), la muestra experimental con sustitución de tierras de diatomeas del 30%, 40% y 50%, no son iguales. Siendo mayor la resistencia de la compresión en las unidades experimentales con sustitución del 40% de tierras de diatomeas.

Resultados de absorción de la unidad de albañilería

Para la realización del presente ensayo fueron sometidos a pruebas 2 muestras de cada ladrillo ecológico con adición de 30%, 40% y 50% de tierra de diatomeas, indicando también que mientras la unidad sea más porosa su absorción incrementara lo que disminuye la resistencia inicial. Así mismo, según la norma E070 la absorción máxima para unidades de arcilla y sílico calcáreas es de 22%.

Figura 34. *Fórmula para determinar absorción*

$$Absorción\% = 100 \frac{(W_s - W_d)}{W_d}$$

Fuente: Elaboración propia

4.1.1. Resultado del ensayo de absorción para ladrillos ecológicos con 30% de tierras de diatomeas

Tabla 39. *Resultado del ensayo de absorción con 30% de tierras de diatomeas*

Absorción de ladrillos ecológicos con adición de 30% diatomeas			Absorción %
Muestra	Ws Peso Seco(gr)	Wd Peso saturado(gr)	
M1	4251	4725	11.2
M2	4254	4728	11.1
Contenido de absorción promedio			11.1

Fuente: Elaboración propia

Figura 35. *Grafico del ensayo de absorción al ladrillo con 30% de tierras de diatomeas*



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 39 y figura 28, se muestra los resultados del ensayo a absorción de la unidad de albañilería con adición de 30% de tierras de diatomeas obteniendo así los siguientes datos: muestra1=11.2%, la muestra 2= 11.1% y un promedio de 11.1% de absorción. Según la NTP E070 para ladrillo de arcilla tiene como máximo una aceptación con 22% de absorción, así mismo como podemos observar el ladrillo ecológico con 30% de tierras de diatomeas tiene como promedio de absorción 11.1 lo cual indica que está dentro de la absorción requerida por la norma.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO: Para absorción del ladrillo ecológico con 30% de tierras de diatomeas a los 28 días de secado

La norma E-070 indica que para fines estructurales los ladrillos tipo IV tendrán un porcentaje de absorción máximo de 22%, es por ello que se considera como patrón o grupo de control.

Prueba t de student.

Si: $H_0: \mu \geq 22\%$; La adición del 30% de tierras de diatomeas no aumenta las propiedades físicas del ladrillo ecológico.

$H_1: \mu < 22\%$; La adición del 30% de tierras de diatomeas aumenta las propiedades físicas del ladrillo ecológico.

Estrategia de prueba:

Si P-valor es ≤ 0.05 se rechaza la (H_0) y se acepta la (H_1). Si P-valor es > 0.05 se acepta la (H_0) y se rechaza la (H_1).

Tabla 40. Prueba “t” de Student para absorción del ladrillo ecológico con 30% de tierras de diatomeas

PRUEBA PARA UNA MUESTRA						
	Valor de Prueba = 22					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de Intervalo de Confianza de la Diferencia	
					Inferior	Superior
Absorción de 30% tierra de diatomeas	217.000	1	0.003	- 10.8500	- 11.4853	- 10.2147

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25.

De acuerdo a la tabla 40, el P- valor es de 0.003 y es menor que 0.05 (α), por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis alterna (H_1) con un nivel de confianza del 95%. En conclusión, con un nivel de significancia (α) de 0.05, la adición del 30% de tierras de diatomeas aumenta las propiedades físicas del ladrillo ecológico. Los ladrillos ecológicos con 30% de tierras de diatomeas tienen un porcentaje de absorción menor a 22% y si cumplen con lo estipulado en la NTP E-070.

Resultado del ensayo de absorción para ladrillos ecológicos con 40% de tierras de diatomeas

Tabla 41. Resultado del ensayo de absorción con 40% tierras de diatomeas

ABSORCIÓN DE LADRILLOS ECOLOGICOS CON ADICIÓN DE 40% DE DIATOMEAS			
MUESTRA	Ws	Wd	Absorción
	Peso Seco (gr)	Peso Saturado	
M1	4251	4725	9.80
M2	4254	4728	9.50
Contenido de Absorción Promedio			9.70

Fuente: Elaboración propia.

.Figura 36. Grafico del ensayo de absorción al ladrillo con 40 % tierras de diatomeas



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 41 y figura 29, se muestra los resultados del ensayo a absorción de la unidad de albañilería con adición de 40% de tierras de diatomeas obteniendo así los siguientes datos: muestra1=9.8% y la muestra 2= 9.5% y un promedio de 9.7% de absorción. 95 Según la NTP E070 para ladrillo de arcilla tiene como máximo una aceptación con 22% de absorción, así mismo como podemos observar el ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas tiene como mínima absorción 9.7% lo cual indica que está dentro de la absorción requerida por la norma.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Para absorción del ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas a los 28 días de secado La norma E-070 indica que para fines estructurales los ladrillos tipo IV tendrán un porcentaje de absorción máximo de 22%, es por ello que se considera como patrón o grupo de control.

Prueba t de student.

Si: $H_0: \mu \geq 22\%$; La adición del 40% de tierras de diatomeas no incrementa las propiedades físicas del ladrillo ecológico.

$H_1: \mu < 22\%$; La adición del 40% de tierras de diatomeas incrementa las propiedades físicas del ladrillo ecológico.

Estrategia de prueba:

Si P-valor es ≤ 0.05 se rechaza la (H_0) y se acepta la (H_1). Si P-valor es > 0.05 se acepta la (H_0) y se rechaza la (H_1).

Tabla 42. Prueba t de student para absorción del ladrillo ecológico con 40% de tierras de diatomeas.

PRUEBA PARA UNA MUESTRA						
	Valor de Prueba = 22					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de Intervalo de Confianza de la Diferencia	
					Inferior	Superior
Absorción de 40% tierra de diatomeas	-82.333	1	0.008	- 12.3500	- 14.2559	- 10.4441

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25.

De acuerdo a la tabla 42, el P- valor es de 0.008 y es menor que 0.05 (α), por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis alterna (H_1) con un nivel de confianza del 95%. En conclusión, con un nivel de significancia (α) de 0.05, la adición del 40% de tierras de diatomeas incrementa las propiedades físicas del ladrillo ecológico. Los ladrillos ecológicos con 40% de tierras de diatomeas tienen un porcentaje de absorción menor a 22% y si cumplen con lo estipulado en la NTP E-070.

Resultado del ensayo de absorción para ladrillos ecológicos con 50% de tierras de diatomeas

Tabla 43. Resultado del ensayo de absorción con 50% de tierras de diatomeas

Absorción de ladrillos ecológicos con adición de 50% de diatomeas			
Muestra	Ws	Wd	Absorción %
	Peso Seco(gr)	Peso saturado(gr)	
M1	4436	4834	9.0
M2	4333	4696	8.4
Contenido de absorción promedio			8.7

Fuente: Elaboración propia

Figura 37. Grafico del ensayo de absorción al ladrillo con 50% de tierras de diatomeas



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 43 y figura 30, se muestra los resultados del ensayo a absorción de la unidad de albañilería con adición de 50% de tierras de diatomeas obteniendo así los siguientes datos: muestra1=9.0% y la muestra 2= 8.4% y un promedio de 8.7% de absorción. Según la NTP E070 para ladrillo de arcilla tiene como máximo una aceptación con 22% de absorción, así mismo como podemos observar el ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas tiene como mínima absorción 8.7% lo cual indica que está dentro de la absorción requerida por la norma.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Para absorción del ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas a los 28 días de secado La norma E-070 indica que para fines estructurales los ladrillos tipo IV tendrán un porcentaje de absorción máximo de 22%, es por ello que se considera como patrón o grupo de control.

Prueba t de student.

Si: $H_0: \mu \geq 22\%$; La adición del 50% de tierras de diatomeas no mejora las propiedades físicas del ladrillo ecológico.

$H_1: \mu < 22\%$; La adición del 50% de tierras de diatomeas mejora las propiedades físicas del ladrillo ecológico.

Estrategia de prueba:

Si P-valor es ≤ 0.05 se rechaza la (H_0) y se acepta la (H_1).

Si P-valor es > 0.05 se acepta la (H_0) y se rechaza la (H_1).

Tabla 44. Prueba t de student para absorción del ladrillo ecológico con 50% de tierras de diatomeas

PRUEBA PARA UNA MUESTRA						
	Valor de Prueba = 22					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de Intervalo de Confianza de la Diferencia	
					Inferior	Superior
Absorción de 50% diatomeas	-44.333	1	0.014	- 13.3000	- 17.1119	- 9.4881

Fuente: Obtenido por el software IBM SPSS Statistics 25.

De acuerdo a la tabla 44, el P- valor es de 0.014 y es menor que 0.05 (α), por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis alterna (H_1) con un nivel de confianza del 95%.

En conclusión, con un nivel de significancia (α) de 0.05, la adición del 50% de tierra de diatomeas mejora las propiedades físicas del ladrillo ecológico. Los ladrillos ecológicos con 50% de tierra de diatomeas tienen un porcentaje de absorción menor a 22% y si cumplen con lo estipulado en la NTP E-070, con un nivel de significancia (α) de 0.05.

Resumen general de los resultados del ensayo de absorción

Se muestra los resultados de los ensayos de absorción de los ladrillos ecológicos con adición de 30%, 40% y 50% de tierras de diatomeas.

Tabla 45. *Resumen general de los ensayos de absorción*

Absorción 30% de diatomeas	11.1%
Absorción 40% de diatomeas	9.7%
Absorción 50% de diatomeas	8.7%

Fuente: Elaboración propia

Comparación del porcentaje de absorción obtenido experimentalmente con porcentajes de absorción existentes según la norma E-070 – ladrillos ecológicos entre ladrillos normados.

Figura 38. *Gráfico de resumen de los ensayos de absorción a los ladrillos con tierras de diatomeas*



Fuente: Elaboración propia

En la figura 31, se muestra los resultados del ensayo a absorción de la unidad de albañilería con adición de tierra de diatomeas obteniendo así los siguientes datos: muestra 30% diatomeas=11.1%, muestra 40% diatomeas= 9.7% y muestra 50% diatomeas 8.7%. Según la NTP E070 para ladrillo de arcilla tiene como máximo una aceptación con 22% de absorción, así mismo como podemos observar los ladrillos ecológicos son aceptables por la norma ya que está dentro de los intervalos exigidos por la norma E70 albañilería.

Ensayo a la compresión de pilas y muretes a 7 y 14 días

	REGISTRO
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ROCA Y ASFALTO
	RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL EN PILAS DE LADRILLOS
	NORMA TÉCNICA PERUANA 339.605

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL USO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS CON TIERRA DE DIATOMEA EN SUS PROPIEDADES MECANICAS EN EDIFICACIONES - LIMA, 2021.
UBICACION:	LIMA, LIMA
DISEÑO:	30% DE REEMPLAZO CON TIERRA DE DIATOMEA

Código	Elemento	Fecha de Vaciado	Fecha Rotura	Edad (días)	Promedio de pilas			Espesor [cm]	Carrera o por esbozos (Factor)	Área bruta [cm ²]	Carga N2a [kN]	Carga máx. [kN]	Fuerza Compresiva [kg/cm ²]	Fuerza Compresiva [kg/cm ²]
					h1 [cm]	h2 [cm]	h3 [cm]							
001	P-01	25/04/2022	7/05/2022	7	19.80	11.40	41.00	3.6	1.12	225.7	91.4	9,320	41.3	46.2
002	P-02	25/04/2022	7/05/2022	7	19.80	11.40	40.70	3.6	1.12	225.7	88.5	9,020	40.8	44.8
003	P-03	25/04/2022	9/05/2022	14	19.60	11.20	40.40	3.6	1.12	219.5	116.7	11,900	54.2	60.7
004	P-04	25/04/2022	9/05/2022	14	19.60	11.20	40.50	3.6	1.12	219.5	115.1	11,740	53.5	59.9

E = h	1.3	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
INDECOPI (original)	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	—	1.22

SEICAN S. A. C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR		APROBADO POR	
Firma:	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684	Firma:	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684
Nombre:	JORGE ESTEBAN SILVA RAMIREZ TEL: 946027110 / 946027111 / 946027112 / 946027113 / 946027114 / 946027115 / 946027116 / 946027117 / 946027118 / 946027119 / 946027120	Nombre:	JORGE ESTEBAN SILVA RAMIREZ TEL: 946027110 / 946027111 / 946027112 / 946027113 / 946027114 / 946027115 / 946027116 / 946027117 / 946027118 / 946027119 / 946027120
Fecha:		Fecha:	

Codigo	Clasifica	Fecha de Realización	Fecha Entrega	Cant. (pilas)	Procedimiento de pilas			Estereos (cm)	Corrección por subletras (Factor)	Área bruta (cm ²)	Carga Máx. (kN)	Carga. Rót. (kN)	Esp. (mm)	Fte. (Cilindrada unidades)
					Long. (cm)	Anch. (cm)	Alto (cm)							
005	P-05	25/04/2022	2/05/2022	7	19.80	11.40	41.60	3.6	1.12	225.7	73.7	7,520	13.3	17.3
006	P-06	25/04/2022	2/05/2022	7	19.80	11.40	41.60	3.6	1.12	225.7	75.4	7,690	34.1	38.2
007	P-07	25/04/2022	9/05/2022	14	19.60	11.20	42.30	3.8	1.13	219.5	98.6	10,060	45.8	51.7
008	P-08	25/04/2022	9/05/2022	14	19.60	11.20	42.60	3.7	1.13	219.5	97.0	9,890	45.1	50.9

Tabla 5. Comparación de los Valores CC.

E = h	1.3	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
ENDECOMI (teórico)	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	---	1.22

SEICAN S. A. C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR	APROBADO POR
Firma:  SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JÓRGE P. L. SILVA RAMÍREZ <small>INGENIERO CIVIL EN SISTEMAS DE SUELOS Y FUNDACIONES</small>	Firma:  SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 <small>INGENIERO CIVIL EN SISTEMAS DE SUELOS Y FUNDACIONES</small>
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:

www.seicansac.com

	REGISTRO
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ROCA Y ASFALTO
	RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL EN MURETES DE LADRILLOS
	NORMA TECNICA PERUANA 339.623

PROYECTO: INFLUENCIA DEL USO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS CON TIERRA DE DIATOMEAS EN SUS PROPIEDADES MECANICAS EN EDIFICACIONES - LIMA, 2021.

UBICACION: LIMA, LIMA

DTSEÑO: 40% DE REEMPLAZO CON TIERRA DE DIATONEA

Código	Elemento	Fecha de Variado	Fecha Retiro	Edad (días)	h ₁ (cm)	h ₂ (cm)	Espesor (cm)	Area bruta (cm ²)	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Tm)	Area cubierta (m ²)
005	M-05	26/04/2022	3/05/2022	7	53.00	51.00	11.50	598.0	24.4	2490.0	2.9
006	M-06	26/04/2022	3/05/2022	7	53.00	51.00	11.50	598.0	26.1	2660.0	3.1
007	M-07	26/04/2022	10/05/2022	14	52.50	50.20	11.00	564.9	48.6	4960.0	6.2
008	M-08	26/04/2022	10/05/2022	14	52.90	50.80	11.00	570.4	47.2	4810.0	6.0

SEICAN S. A. C.
RUC: 20501649684
DOCUMENTO CONTROLADO

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR		APROBADO POR	
Firma:	 SEICAN S.A.C. RUC: 20501649684 JORGE LUIS SILVA RAMIREZ <small>INGENIERO CIVIL EN OBRAS DE ACEROS Y HERRAMIENTAS</small>	Firma:	 SEICAN S.A.C. RUC: 20501649684 <small>INGENIERO CIVIL EN OBRAS DE ACEROS Y HERRAMIENTAS</small> N° CIP: 146600
Nombre:		Nombre:	
Fecha:		Fecha:	

www.seicansac.com

	REGISTRO
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ROCA Y ASFALTO
	RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL EN MURETES DE LADRILLOS
	NORMA TECNICA PERUANA 339.621

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL USO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS CON TIERRA DE DIATOMEAS EN SUS PROPIEDADES MECÁNICAS EN EDIFICACIONES - LIMA, 2021.
UBICACION:	LIMA, LIMA
DISEÑO:	50% DE REEMPLAZO CON TIERRA DE DIATOMEA

Código	Elemento	Fecha de Vaciado	Fecha Rotura	Edad (días)	Longitud (cm)	Área (cm ²)	Espesor (cm)	Área bruta (cm ²)	Carga Máx. (kN)	Carga Máx. (kg)	V _m Obtenido (kg/cm ²)
009	M-09	26/04/2022	3/05/2022	7	53.00	51.00	11.50	598.0	19.1	1950.0	3.3
010	M-10	26/04/2022	3/05/2022	7	53.00	51.00	11.50	598.0	18.4	1880.0	2.2
011	M-11	26/04/2022	10/05/2022	14	52.50	50.20	11.00	564.9	35.8	3650.0	4.6
012	M-12	26/04/2022	10/05/2022	14	52.90	50.80	11.00	570.4	35.3	3600.0	4.5

OBSERVACIONES:

SEICAN S. A. C.
RUC: 20601649684
DOCUMENTO CONTROLADO

ELABORADO POR		APROBADO POR	
Firma:	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 JORGE ELVY SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORIO DE SUELOS Y FUNDACIONES	Firma:	 SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684 ENRIQUE VICTOR YRRAZABAL INGENIERO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA N° CIP: 146000
Nombre:		Nombre:	
Fecha:		Fecha:	

	REGISTRO
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ROCA Y ASFALTO
	RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL EN MURETES DE LADRILLOS
	NORMA TECNICA PERUANA 339.621

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL USO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS CON TIERRA DE DIATOMEAS EN SUS PROPIEDADES MECÁNICAS EN EDIFICACIONES - LIMA, 2021.
UBICACION:	LIMA, LIMA
DISEÑO:	30% DE REEMPLAZO CON TIERRA DE DIATOMEA

Código	Elemento	Fecha de Vaciado	Fecha Rotura	Edad (días)	Largo (cm)	Altura (cm)	Espesor (cm)	Area bruta (cm ²)	Carga Máx. (kN)	Carga Máx. (kg)	V'm Obtenido (kg/cm ²)
001	M-01	26/04/2022	3/05/2022	7	53.00	51.00	11.50	598.0	48.1	4900.0	5.8
002	M-02	26/04/2022	3/05/2022	7	53.00	51.00	11.50	598.0	46.1	4700.0	5.6
003	M-03	26/04/2022	10/05/2022	14	52.50	50.20	11.00	564.9	58.6	5980.0	7.5
004	M-04	26/04/2022	10/05/2022	14	52.90	50.80	11.00	570.4	59.8	6100.0	7.6

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR	APROBADO POR
Firma:	Firma:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:

	REGISTRO
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ROCA Y ASFALTO
	RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL EN MURETES DE LADRILLOS
	NORMA TECNICA PERUANA 339.621

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL USO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS CON TIERRA DE DIATOMEAS EN SUS PROPIEDADES MECÁNICAS EN EDIFICACIONES - LIMA, 2021.
UBICACION:	LIMA, LIMA
DISEÑO:	40% DE REEMPLAZO CON TIERRA DE DIATOMEA

Código	Elemento	Fecha de Vaciado	Fecha Rotura	Edad (días)	Largo (cm)	Altura (cm)	Espesor (cm)	Area bruta (cm ²)	Carga Máx. (kN)	Carga Máx. (kg)	V'm Obtenido (kg/cm ²)
005	M-05	26/04/2022	3/05/2022	7	53.00	51.00	11.50	598.0	24.4	2490.0	2.9
006	M-06	26/04/2022	3/05/2022	7	53.00	51.00	11.50	598.0	26.1	2660.0	3.1
007	M-07	26/04/2022	10/05/2022	14	52.50	50.20	11.00	564.9	48.6	4960.0	6.2
008	M-08	26/04/2022	10/05/2022	14	52.90	50.80	11.00	570.4	47.2	4810.0	6.0

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR	APROBADO POR
Firma:	Firma:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:

	REGISTRO
	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ROCA Y ASFALTO
	RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL EN MURETES DE LADRILLOS
	NORMA TECNICA PERUANA 339.621

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL USO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS CON TIERRA DE DIATOMEAS EN SUS PROPIEDADES MECÁNICAS EN EDIFICACIONES - LIMA, 2021.
UBICACION:	LIMA, LIMA
DISEÑO:	50% DE REEMPLAZO CON TIERRA DE DIATOMEA

Código	Elemento	Fecha de Vaciado	Fecha Rotura	Edad (días)	Largo (cm)	Altura (cm)	Espesor (cm)	Area bruta (cm ²)	Carga Máx. (kN)	Carga Máx. (kg)	V'm Obtenido (kg/cm ²)
009	M-09	26/04/2022	3/05/2022	7	53.00	51.00	11.50	598.0	19.1	1950.0	2.3
010	M-10	26/04/2022	3/05/2022	7	53.00	51.00	11.50	598.0	18.4	1880.0	2.2
011	M-11	26/04/2022	10/05/2022	14	52.50	50.20	11.00	564.9	35.8	3650.0	4.6
012	M-12	26/04/2022	10/05/2022	14	52.90	50.80	11.00	570.4	35.3	3600.0	4.5

OBSERVACIONES:

50

ELABORADO POR	APROBADO POR
Firma:	Firma:
Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:

3.6. Dosificación de materiales para la manufactura de unidades de albañilería:

Empleamos diatomita del yacimiento de Ica, arcilla, áridos (greda) y agua.

La arcilla y los áridos (greda), se encuentran ya pre mezclados, en la materia prima provista por parte de los ladrilleros artesanales, por lo tanto, la dosificación a definir es íntegramente el grado o porcentaje de participación en peso de la diatomita extraída en la mezcla final.

Se ha trabajado con los siguientes porcentajes de diatomita, respecto al peso total de la mezcla de arcilla y agua:

Tabla 46. Dosificación de diatomita respecto al peso total de la mezcla

Tipo	% Arcilla	% Diatomita	% Agua
A	45	30	25
B	35	40	25
C	25	50	25

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que el porcentaje de agua en la mezcla (25%) es lo que normalmente se emplea para la manufactura de unidades de albañilería, respecto al peso de la mezcla de arcilla y diatomita.

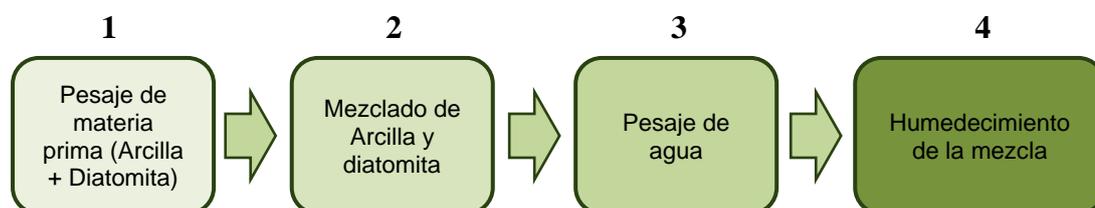
En el caso de la diatomita su participación quedo definida, mediante el reemplazo de un determinado porcentaje de arcilla a cambio de diatomita con el propósito de disminuir la participación de arcilla en la mezcla.

3.7. Elaboración de unidades de albañilería.

3.7.1. Mezclado de materia prima

Una vez preparada la materia prima a emplear en la mezcla, así como la definición de los porcentajes de participación de diatomita en la mezcla de la materia prima, se procedió a efectuar el mezclado de manera manual, empleando herramientas de mano, y el siguiente procedimiento:

Figura 39. Proceso de mezclado de materia prima para unidades de albañilería con diatomita.



Fuente: Elaboración propia

El mezclado de materia prima se realizó previo pesaje de la arcilla y diatomita, los cuales previamente fueron colocados en baldes y pesados, una vez obtenidos los pesos de cada material en el balde o recipiente, se procedió a elegir un patrón de peso, el que se define de la siguiente manera:

Tabla 47. Dosificación por peso de materiales en mezcla.

Recipiente	Arcilla (Kg)	Diatomita (Kg.)
A	42 Kg.	18 Kg.
B	36 Kg.	24 Kg.
C	30 Kg.	30 Kg

Fuente: Elaboración propia

El cálculo del peso se ha efectuado sobre la base de 60 Kg., considerando que en cada mezcla el 25% corresponde al peso del agua.

Una vez definido el pesaje de cada material, se procedió a añadir en baldes la materia prima y finalmente realizar la mezcla de la materia prima de manera manual, para obtener un total de 36 unidades de albañilería, 12 unidades del tipo A, 12 unidades del tipo B, y 12 unidades del tipo C.

- **Muestra A (30% de diatomita)**, se preparó 60 Kg de materia prima, de las cuales 18 Kg es diatomita y 42 Kg arcillas.
- **Muestra B (40% de diatomita)**, se preparó 60 Kg de materia prima, de las cuales 24 Kg es diatomita y 36 Kg arcillas.
- **Muestra C (50% de diatomita)**, se preparó 60 Kg de materia prima, de las cuales 30 Kg es diatomita y 30 Kg arcillas.

Para agregar el agua, el mismo que fue pesado y en función al peso total de la materia prima mezclada, y en todos los casos, muestras A, B, y C, se añadió el 25% del peso total del material, es decir 15 kg de agua.

3.7.2. Moldeado de las unidades de albañilería

Para el moldeo de la materia prima, se procedió a establecer las dimensiones de los moldes de madera, los que tienen:

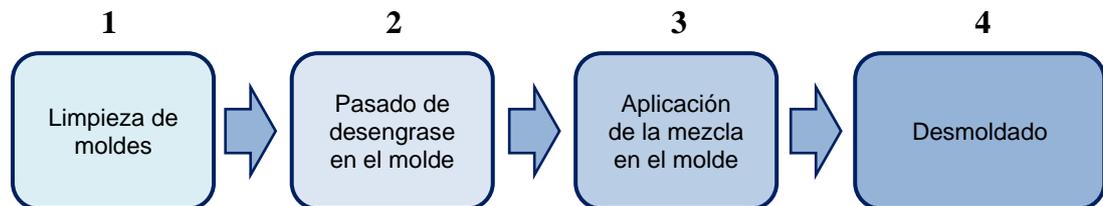
Tabla 48. Dimensiones del Molde

Dimensiones	Longitud (cm.)
Largo	24 cm.
Ancho	12 cm
Espesor	8 cm

Fuente: Elaboración propia

El proceso se ha realizado de la manera siguiente.

Figura 40. *Proceso de moldeo de unidades de albañilería con mezcla de diatomita.*



Fuente: Elaboración propia

Figura 41. Moldeo de unidades de albañilería con mezcla de diatomita.



Fuente: Elaboración propia

3.7.3. Secado de unidades de albañilería

Para el secado de las unidades de albañilería con diatomita, es necesario tener en cuenta que las unidades de albañilería no pueden estar expuestas a:

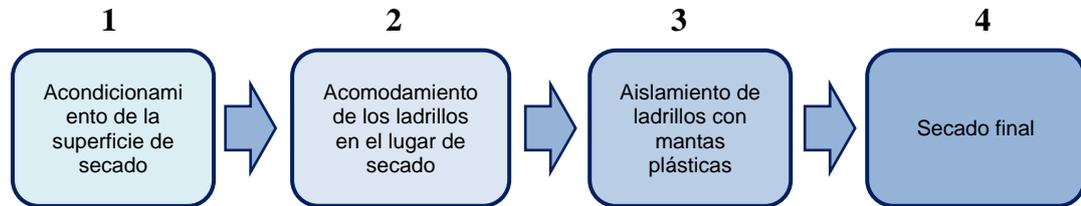
- Lluvias
- Humedad
- Frio

Para evitar fisuras y/o agrietamientos en el secado de las unidades es necesario emplear mantas plásticas para cubrirlas del frio intenso y/o la humedad, debiendo además asegurar que la superficie donde se asientan no se encuentren húmedas; estas mantas cubren las unidades solo en la noche, mientras que en

el día son descubiertas para que puedan secar de manera natural mediante radiación solar.

El proceso se ha realizado de la manera siguiente.

Figura 42. Proceso de secado de unidades de albañilería con mezcla de diatomita.



Fuente: Elaboración propia

El tiempo de secado es de 2 semanas, para luego llevarlos al horno, para obtener un secado óptimo de las unidades de albañilería la ventilación del lugar debe ser moderada, para obtener un secado uniforme.

Una vez que las unidades de albañilería pasaron por la etapa de secado, se procede a llevarlas al horno, para que puedan ser ingresadas a un proceso de cocción a una Temperatura de 930°C.

Los parámetros de cocción de las unidades de albañilería son:

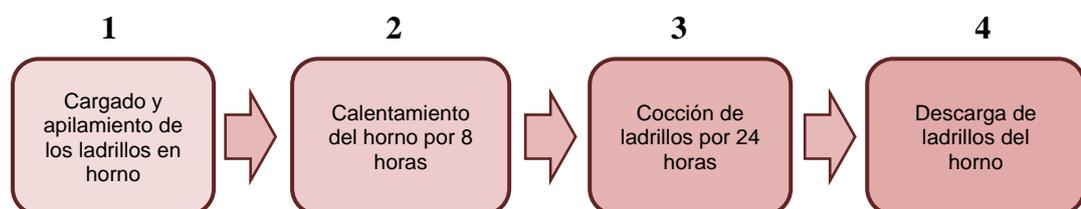
Tabla 49. *Parámetros de cocción*

Parámetro	Tiempo (Horas)
Calentamiento	8
Cocción	24
Total	32

Fuente: Elaboración propia

El proceso se ha realizado de la manera siguiente.

Figura 43. *Proceso de cocción de unidades de albañilería con mezcla de diatomita.*



Fuente: Elaboración propia

El apilamiento de las unidades de albañilería debe ser el correcto en donde la mayor parte de la superficie de las unidades tengan exposición al calor

producido en el horno, nunca los ladrillos deben de tener las caras laterales pegadas unas a otras, así también se debe de mantener la temperatura constante durante la etapa de cocción para alcanzar una resistencia óptima.

3.7.4. Ensayos de unidades de albañilería

De variación dimensional

Para el desarrollo del presente ensayo, se realizaron las pruebas según las NTP 399.613.

Instrumento utilizado:

Vernier (calibrador) de escala 30 mm

Procedimiento seguido:

Se procedió a medir cada una de las dimensiones de las unidades de albañilería (Largo, ancho y espesor), desde los puntos medios de cada borde. La aproximación en promedio con la cual se trabajo fue de 0.50 mm, mientras que las mediciones fueron realizadas con aproximación de 1 mm.

Figura 44. *Ensayo de variación dimensional.*



Fuente: Elaboración propia

La ecuación para determinar el porcentaje de variación dimensional en las unidades de albañilería, según la NTP 399.613, es:

$$V = 100 \times \frac{DE - MP}{DE}$$

En donde:

- V : Variación de dimensión (%)
- DE : Dimensión especificada (cm.)
- MP : Medida promedio en cada dimensión (cm.)

3.7.5. Ensayos de alabeo

Para el desarrollo del ensayo de Alabeo se procedió según lo estipulado en la norma NTP. 399.613

Instrumento empleado:

- Regla de metal graduada de 30 cm de largo.
- Cuña de madera

Procedimiento seguido:

El ensayo consistió en colocar las unidades de albañilería en una superficie plana, completamente horizontal en donde se colocó una regla que unía diagonalmente las esquinas de cada cara de las unidades de albañilería, que permitirá definir si la cara de la unidad de albañilería en estudio, es cóncava o convexa. Posteriormente se procedió a colocar una cuña de madera graduada, con precisión de 1 mm, la cual permitió obtener la medida de alabeo de las caras de las unidades.

Figura 45. *Ensayo de alabeo en unidades de albañilería.*



Fuente: Elaboración propia

3.7.6. Ensayos de absorción

Para el desarrollo del ensayo de absorción, se realizaron las pruebas según lo normado por la norma NTP 399.613.

Instrumento empleado:

- Horno eléctrico
- Balanza electrónica digital con precisión de 0.5 g.
- Recipientes

Procedimiento seguido:

Se ha procedido a sumergir en su totalidad cada una de las unidades de albañilería a analizar en un recipiente con agua, a una temperatura promedio de 15° por un periodo de tiempo de 24 horas, una vez transcurrido el tiempo en mención se procedió a remover las unidades de albañilería del recipiente y secarlas superficialmente con un paño.

Finalmente se procedió al pesado en la balanza electrónica. Una vez pesadas las unidades de albañilería fueron puestas en un horno eléctrico en donde fueron llevados a una temperatura de 110°C durante 24 horas, una vez transcurrido el tiempo asignado se procedió a sacarlas del horno y pesarlas en la balanza electrónica.

Para los cálculos del ensayo, se muestra la ecuación para obtener el porcentaje de absorción en los bloques o ladrillos, según la NTP. 399.613.

$$\text{Absorción \%} = \frac{(W_s - W_d) \times 100}{W_d}$$

En donde:

Wd : Peso seco de la muestra (gr.)

Ws : Peso del espécimen saturado, después de haber sido inmersa en agua fría por 24 horas (gr.)

Figura 46. *Ensayo de absorción de unidades de albañilería.*



Fuente: Elaboración propia

3.7.7. Ensayos de succión

Para el desarrollo del ensayo de succión, se realizaron las pruebas según lo normado por la norma NTP 399.613.

Equipos e instrumentos empleados:

- Horno eléctrico
- Balanza electrónica digital con precisión de 0.5 g.
- Cronómetro
- Bandeja metálica

Procedimiento seguido:

Se procedió a pesar las unidades de albañilería secas que se llevaron al horno por 24 horas en el ensayo de absorción, posteriormente, se sumergió en un nivel de agua de 3 mm, cada una de ellas en una bandeja metálica, completamente horizontal, por un lapso de 60 segundos, una vez transcurrido el tiempo se procedió a remover las unidades de albañilería del recipiente y secarlas superficialmente con un paño e inmediatamente se procedió con su respectivo pesaje en la balanza electrónica.

Finalmente, se ha procedido a medir la base del ladrillo (área superficial en contacto con el agua) expresado en m².

Figura 47. *Ensayo de succión de unidades de albañilería.*



Fuente: Elaboración propia

3.7.8. Ensayo de compresión

Para el desarrollo del ensayo de compresión, se realizaron las pruebas según lo normado por la norma NTP 399.613.

Equipos e instrumentos empleados:

- Prensa hidráulica de compresión
- Plancha de acero
- Yeso

Procedimiento seguido:

Para el desarrollo del ensayo de compresión, lo primero que se ha realizado es la nivelación tanto de la cara superior e inferior de las unidades de albañilería con yeso y posteriormente dejar secar el yeso por un periodo de 2 días como mínimo, este procedimiento previo se realizó con el propósito de que al momento de que estas sean ensayadas, el área de contacto con la prensa sea completamente uniforme.

Figura 48. *Aplicación de yeso en las unidades de albañilería.*



Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se procedió con la colocación de las unidades de albañilería en el equipo de compresión, alineando el centro de la probeta en dirección perpendicular del vástago, para finalmente proceder con la rotura de la probeta y anotar la carga de fractura.

Figura 49. *Ensayo de compresión de unidades de albañilería.*



Fuente: Elaboración propia

La ecuación para determinar la resistencia a la compresión en las unidades de albañilería, según la NTP. 399.613, es:

$$C = \frac{W}{A}$$

En donde:

- C : Resistencia por esfuerzos de compresión: Kg/cm².
 W : Carga máxima dada por el equipo (Kg.)
 A : Área de contacto de la unidad de albañilería (cm²).

De acuerdo a los resultados de los ensayos a las que fueron sometidas las unidades de albañilería se ha determinado los siguientes efectos producidos en sus propiedades mecánicas para las edificaciones:

Costo de Elaboración

Los costos de elaboración de las unidades de albañilería con mezcla de diatomitas es el siguiente:

Se han producido 54 unidades, 18 unidades de cada tipo, y la dosificación de los materiales fue el siguiente:

Tabla 50. *Dosificación por peso de materiales en mezcla para unidades.*

Recipiente	Arcilla (Kg)	Diatomita (Kg.)
A	42 Kg.	18 Kg.
B	36 Kg.	24 Kg.
C	30 Kg.	30 Kg

Fuente: Elaboración propia

Se insumieron 60 Kg de material por cada tipo de unidad cuyo costo es el siguiente:

- 1 Kg, de Arcilla : S/. 0.50
 1 Kg, de diatomita : S/. 0.90
 1 Litro de agua : S/. 0.20

Tabla 51. *Detalle del costo de materiales para producir unidades de albañilería.*

Unidades de Albañilería	Arcilla		Diatomita		Agua	
	Kg.	S/.	Kg.	S/.	Lt.	S/.
Tipo A	42	21.00	18	16.20	25	5.00
Tipo B	36	18.00	24	21.60	25	5.00
Tipo C	30	15.00	30	27.00	25	5.00
Total	108	54.00	72	64.80	75	15.00

Fuente: Elaboración propia

El costo total de los materiales es de: S/. 133.80, el detalle por tipo de unidades de albañilería es el siguiente:

Tabla 52. *Costo por tipo de unidades de albañilería.*

Tipo de unidades	Costo S/.
Tipo A	42.20
Tipo B	44.60
Tipo C	47.00
Total	133.80

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53. *Costo por fases del proceso de producción de unidades de albañilería.*

Unidades de albañilería	Mezclado	Moldeo	Secado	Cocción
Tipo A	S/. 20.00	S/. 12.00	S/. 10.00	S/. 18.00
Tipo B	S/. 20.00	S/. 14.00	S/. 10.00	S/. 20.00
Tipo C	S/. 20.00	S/. 14.00	S/. 10.00	S/. 21.00
Total	S/. 60.00	S/. 40.00	S/. 30.00	S/. 59.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54. *Resumen del costo por fases del proceso productivo.*

Tipo de unidades	Costo S/.
Tipo A	60.00
Tipo B	64.00
Tipo C	65.00
Total	S/. 189.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55. *Resumen total de costo de producción de unidades de albañilería.*

Unidades de albañilería	Costo de materiales	Costo por proceso productivo	Costo total
Tipo A	S/. 42.20	S/. 60.00	S/. 102.20
Tipo B	S/. 44.60	S/. 64.00	S/. 108.60
Tipo C	S/. 47.00	S/. 65.00	S/. 112.00
Total	S/. 133.80	S/. 189.00	S/. 322.80

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados que se registra en la tabla 55, el costo total de producción de las unidades de albañilería ecológicas con tierra de diatomeas al 30%, 40% y 50% es de S/. 322.80 a razón de S/.6.00 por unidad si tenemos en cuenta que se produjeron 54 unidades.

EN RESULTADOS:

El costo unitario de los ladrillos producidos es el siguiente:

Tipo	Mezcla	Costo Unitario
Tipo A	30% de diatomeas	S/. 5.68
Tipo B	40% de diatomeas	S/. 6.03
Tipo C	50% de diatomeas	S/. 6.22

CAPÍTULO IV - DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

4.1.1. Limitaciones

Por las limitaciones en la obtención de las tierras de diatomeas en las unidades de albañilería para mejorar las propiedades mecánicas en esta investigación es exclusivamente para empresas medianas y grandes, cuyo objetivo es la de incrementar la resistencia a la compresión, por lo cual se limita su aplicación para otros estudios que no sean relacionados con el ensayo efectuado (compresión, variación dimensional y alabeo).

- El poco interés de algunos profesionales frente al tema de investigación del uso de tierras de diatomeas en unidades de albañilería, ha dificultado la obtención y recolección de datos actualizadas.
- Se ha evidenciado la falta de información sobre el tema de investigación, respecto a ensayos de flexión, tracción, etc., debido a que dichos ensayos han requerido un presupuesto adicional.
- El estudio de este análisis conlleva a que este tipo de método de prensado para su implementación o fabricación, está diseñado en específico para las empresas grandes o medianas de unidades de albañilería.

Conclusión:

Se realizó un estudio minucioso sobre la resistencia a la compresión y se observó una relación directa en el incremento de la resistencia a la compresión y la dosificación de tierras de diatomeas, generando una eficiencia en las unidades de albañilería y se toma en cuenta su capacidad de ahorro de energía, así como muchas veces se desconoce los costos, por lo tanto, este trabajo de investigación, solo será factible en términos de laboratorio más no en otros estudios.

4.1.2. Interpretación comparativa

Para el ensayo a la compresión.

En la presente investigación se encontraron que las unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas sí influyeron en la resistencia a la compresión en edificaciones - Lima 2021, las cuales se obtuvo un valor

ANOVA de 135.3 para la muestra 1, en la muestra 2 una media de 128.5 y en la muestra 3 se llegó a una media de 124.5, en dichos intervalos la media más baja la obtuvo la muestra 3 (40% de tierra diatomea) y la más alta la muestra 1 con 30% de tierras de diatomeas, por lo tanto, se concluyó que existe evidencia estadística significativa que la muestra 1 con 30% de diatomea tiene una mejor resistencia a la compresión. Dichos resultados guardan relación con los resultados de Carranza (2017), quien en su investigación “Nuevos materiales conglomerantes a partir de tierras de diatomeas de distinto origen: reactividad puzolánica”, obtuvo una resistencia a la compresión de 135 kg/cm², la cual coincide con nuestra investigación para ladrillos con tierras de diatomeas al 30%. Y también una relativa relación con los resultados de Díaz (2019), quien encontró que en su investigación titulada “Elaboración de material de construcción a partir de residuos industriales sólidos granulares procedentes de tierras diatomeas”, obtuvo una resistencia a la compresión de 130 kg/cm², la cual coincide con nuestra investigación para ladrillos con tierras de diatomeas al 30%.

Dichos resultados muestran que los ladrillos con tierras diatomeas en su estado final después del ensayo de compresión mantuvieron una deformación uniforme; debido a esto, podría considerarse un material resistente. Después de todo, no presentó ninguna fractura posterior al punto de falla, caso contrario con los ladrillos de arcilla, de acuerdo a diferentes investigadores presentan fracturas en sus caras. En el ensayo de resistencia a la compresión del ladrillo con tierras diatomeas se obtuvo que los ladrillos de mayor densidad presentaron resultados de mayor resistencia mecánica. Además, se observó que existe una relación proporcional entre densidad, compactación y resistencia en la fabricación de ladrillos.

Para el ensayo a la variación dimensional

En la presente investigación las unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas sí influyeron en la variación dimensional en edificaciones - Lima 2021, las cuales se obtuvo un valor ANOVA de 2,587.5 cm³ para la muestra 1, en la muestra 2 una media de 2,756.3 cm³ y en la muestra 3 se llegó a una media de 2,879.3 cm³, en dichos intervalos la media más baja la obtuvo la muestra 1 y la más alta la muestra 3; por lo tanto, se concluye que existe

evidencia estadística significativa que la muestra 1 con 30% de diatomea tiene una variación dimensional más eficiente. Dichos resultados concuerdan con los de Amparo (2017), quien en su investigación “Desarrollo de un nuevo ladrillo de tierra cruda, con aglomerantes y aditivos estructurales de base vegetal”, la se encontró una variación dimensional de 2,675 cm³, lo cual coincide con nuestro estudio. Similar resultado encontró Márquez (2017), quien en su investigación “Elaboración de ladrillos vidriados de bajo peso y alto desempeño para uso ornamental y para la industria de la construcción” la variación dimensional fue en 2,645 cm³ lo cual coincide con nuestra investigación.

Las dimensiones de la unidad afectan básicamente la resistencia a la compresión y el costo de construcción de la mampostería. La relación entre la altura y la dimensión horizontal mínima (H/W) es un factor rector de la resistencia a la compresión. En esta investigación, se han considerado unidades de albañilería con tierras diatomeas para los que no hay ninguna disposición sobre la resistencia de las características (f k) de la mampostería. Las características de variación dimensional obtenidas al trazar los resultados de las pruebas muestran que los paneles de pared se someten a suficiente deformación antes de que fallen. Por lo tanto, proporciona suficiente advertencia antes de la falla final. Los paneles hechos con bloques muestran un comportamiento más dúctil que aquellos fabricados con bloques convencionales.

Ensayo de alabeo

Las unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas sí influyeron en el ensayo de alabeo en edificaciones - Lima 2021, las cuales se obtuvo un valor ANOVA de 1 mm para la muestra 1, en la muestra 2 una media de 3 mm y en la muestra 3 se llegó a una media de 2 mm, en dichos intervalos la media más baja la obtuvo la muestra 1 y la más alta la muestra 2, por lo tanto, se concluye que existe evidencia estadística significativa que la muestra 1 con 30% de diatomea presenta un mejor comportamiento en el ensayo. Dichos resultados concuerdan con Saldarriaga (2019), quien en su investigación “Fabricación de ladrillos aislantes y revestimientos cerámicos con diatomitas de San Juan, Argentina”, que su ensayo de alabeo varío en -1 mm, lo cual

coincide con nuestro estudio. Similar resultado obtuvo Ordoñez (2016), quien en su investigación “Fabricación de ladrillos aislantes y revestimientos cerámicos con diatomitas de San Juan, Argentina”, que su ensayo de alabeo vario en -0.9 mm, lo cual coincide con nuestro estudio.

Los ladrillos hechos con tierras de diatomeas son moldeados en mesa y de forma estándar y se queman en hornos. La superficie y los bordes de los ladrillos son afilados, cuadrados, lisos y rectos. Cumplen con todas las cualidades de los buenos ladrillos. Estos ladrillos se utilizan para trabajos superiores de naturaleza permanente.

Análisis de Costos

Las unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas sí influyeron en los costos en edificaciones - Lima 2021, las cuales en una elaboración de 100 ladrillos se obtuvo un valor ANOVA de S/. 102.20 para la muestra 1, en la muestra 2 una media de S/. 108.60 y en la muestra 3 se llegó a una media de S/. 112.00, en dichos intervalos la media más baja la obtuvo la muestra 1 y la más alta la muestra 3; por lo tanto, se concluye que existe evidencia estadística significativa que la muestra 1 con 30% de diatomea presenta un costo más eficiente. Similar resultado encontró Santos (2019) en su investigación sobre materiales de construcción a base de lodos residuales provenientes del proceso de filtración en industrias cerveceras, los costos de los ladrillos fluctúan en 0.60 soles por unidad o cual coincide con nuestro estudio. Al igual que Leandro (2010) en su investigación sobre evaluación del uso de la diatomita como adición mineral en el ladrillo de alta resistencia, los costos de los ladrillos fluctúan en 0.50 soles por unidad lo cual coincide con nuestro estudio.

4.1.3. Implicancias

Con este trabajo de investigación sobre la influencia del uso de unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas, para mejorar las propiedades mecánicas, se espera que luego de los resultados, se tendrán nuevas expectativas de mejora los costos y la productividad, por lo que tomaran la decisión de contar con un plan de reutilización de residuos como tierras de diatomeas con data para incrementar notoriamente la resistencia a la compresión.

Por la implicancia del análisis de costos, su aplicación y su relación en la toma de decisiones para agregar porcentajes de tierras de diatomeas en esta investigación es exclusivamente para empresas de unidades de albañilería por lo cual se limita su aplicación para otros estudios que no sean relacionados con mejorar la resistencia a la compresión.

CONCLUSIONES

1. Las unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas sí influyeron en la resistencia a la compresión en edificaciones - Lima 2021, las cuales se obtuvo un valor ANOVA de 135.3 para la muestra 1, en la muestra 2 una media de 128.5 y en la muestra 3 se llegó a una media de 124.5, en dichos intervalos la media más baja la obtuvo la muestra 3 (40% de tierra diatomea) y la más alta la muestra 1 con 30% de tierras de diatomeas, en donde se obtuvo una diferencia de las medias entre la muestra 1 y 2 de -6.8 encontrándose un $p=0.003<0.05$; al comparar las muestras 1 y 3 se obtuvo una diferencia de medias de -10.8 encontrándose un $p=0.001<0.05$; y al comparar las muestras 2 y 3 se encontró una diferencia de medias de -4 encontrándose un $p=0.035<0.05$; por lo tanto, se concluye que existe evidencia estadística significativa que la muestra 1 con 30% de diatomea tiene una mejor resistencia a la compresión.
2. Las unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas sí influyeron en la variación dimensional en edificaciones - Lima 2021, las cuales se obtuvo un valor ANOVA de 2.587.5 cm^3 para la muestra 1, en la muestra 2 una media de 2,756.3 cm^3 y en la muestra 3 se llegó a una media de 2,879.3 cm^3 , en dichos intervalos la media más baja la obtuvo la muestra 1 y la más alta la muestra 3, en donde se obtuvo una diferencia de las medias entre la muestra 1 y 2 de -168.8 cm^3 encontrándose un $p=0.009<0.05$; al comparar las muestras 1 y 3 se obtuvo una diferencia de medias de -291.8 cm^3 encontrándose un $p=0.000<0.05$; y al comparar las muestras 2 y 3 se encontró una diferencia de medias de -123 encontrándose un $p=0.031<0.05$; por lo tanto, se concluye que existe evidencia estadística significativa que la muestra 1 con 30% de diatomea tiene una variación dimensional más eficiente.

3. Las unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas sí influyeron en el ensayo de alabeo en edificaciones - Lima 2021, las cuales se obtuvo un valor ANOVA de 1 mm para la muestra 1, en la muestra 2 una media de 3 mm y en la muestra 3 se llegó a una media de 2 mm, en dichos intervalos la media más baja la obtuvo la muestra 1 y la más alta la muestra 2, en donde se obtuvo una diferencia de las medias entre la meza 1 y 2 de -2 mm encontrándose un $p=0.000<0.05$; al comparar las muestras 1 y 3 se obtuvo una diferencia de medias de -1 mm encontrándose un $p=0.000<0.05$; y al comparar las muestras 2 y 3 se encontró una diferencia de medias de -1 encontrándose un $p=0.000<0.05$; por lo tanto, se concluye que existe evidencia estadística significativa que la muestra 1 con 30% de diatomea presenta un mejor comportamiento en el ensayo.
4. Las unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas sí influyeron en los costos en edificaciones - Lima 2021, las cuales en una elaboración de 100 ladrillos se obtuvo un valor ANOVA de S/. 102.20 para la muestra 1, en la muestra 2 una media de S/. 108.60 y en la muestra 3 se llegó a una media de S/. 112.00, en dichos intervalos la media más baja la obtuvo la muestra 1 y la más alta la muestra 3, en donde se obtuvo una diferencia de las medias entre la meza 1 y 2 de S/ -6.4 encontrándose un $p=0.019<0.05$; al comparar las muestras 1 y 3 se obtuvo una diferencia de medias de S/. -9.8 encontrándose un $p=0.000<0.05$; y al comparar las muestras 2 y 3 se encontró una diferencia de medias de S/. -3.4 encontrándose un $p=0.000<0.05$; por lo tanto, se concluye que existe evidencia estadística significativa que la muestra 1 con 30% de diatomea presenta un costo más eficiente.
5. El uso de unidades de albañilería ecológicas con tierras de diatomeas si influye en sus propiedades mecánicas en edificaciones - Lima 2021, debido a que las muestras 1 y 2 obtuvieron un $p<0.05$ en relación a las propiedades mecánicas. Las cuales, dichos materiales de albañilería cumplen con los parámetros establecidos en la norma, que mejoran sus características físico-mecánicas del ladrillo.

RECOMENDACIONES

- a. Se recomienda usar “t” Student y ANOVA para poder determinar cuál es la resistencia a la compresión más adecuada y poder sacar las medias en las muestras. Además, se recomienda refrendar la superficie de contacto antes de hacer el ensayo de compresión en los ladrillos de tierra de diatomeas, con el objetivo de tener una superficie lisa.
- b. Los ensayos de varianza ANOVA en la variación dimensional son vitales para poder ver en base a las medias de las muestras el más óptimo valor dimensional, y si $p < 0.05$ es una evidencia significativa en la muestra.
- c. Para los ensayos de alabeo, el análisis de varianza nos permite verificar que medidas son las más óptimas, y estadísticamente cual es la muestra más significativa.
- d. En el caso de los costos el análisis de varianza nos permitirá saber cuál es el costo más eficiente.
- e. Se recomienda realizar ensayos de flexión y tracción para complementar estudios posteriores.

REFERENCIAS

- Aguilar, P. (2016). Ladrillos a base de tierras de diatomeas. Editorial. Prentice Hall, México.
- Blondet, M., Torrealva, D., García, G. V., Ginocchio, F. & Madueño, I. (2015). Using industrial materials for the construction of safe adobe houses in seismic areas. In Proceedings of Earth Build 2005 Conference. Sydney, Australia.
- Bolhassani, M., Hamid, A., Lau, A., & Moon, F. (2015). Simplified micro modeling of partially grouted masonry assemblages. *Construction and Building Materials*, 83, 159- 173.
- Calderini, C., Cattari, S., & Lagomarsino, S. (2020). The use of the diagonal compression test to identify the shear mechanical parameters of masonry. *Construction and Building Materials*, 24(5), 677-685.
- Cárdenas. (2015). Uso de ladrillos ecológicos a partir de tierras de diatomeas. Universidad Nacional de Trujillo.
- Concytec (2018). Medio Ambiente. Uso de ladrillos ecológicos., 24(6), 67-68
- Cook R., Malkus D., Plesha M., & Witt R. (2002) *Concepts and Applications of Finite Element Analysis*, 4ta. ed., John Wiley and Sons, Inc., Madison.
- Fonte, M. (2016). Elaboración de ladrillos ecológicos en muros no estructurales: una revisión. Mexico. Iberoamericana.
- Chandrupatla, T., Belegundu, A., & Cera Alonso, J. (1999). *Introducción al estudio del elemento finito en ingeniería*. México: Prentice Hall Hispanoamericana.
- Chapra, S. & Canales R. *Métodos Numéricos para Ingenieros*. Quinta Edición. Ed. Mc. Graw Hill. México D.F. 2007. Consultado en: <http://es.slideshare.net/mikebsd/mtodosnumricos-para-ingenieros-5ta-ed-chapra>
- Das, B., & Cera, J. (2011). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. México: Thomson Learnig.
- Ewing, B., & Kowalsky, M. (2004). Compressive Behavior of Unconfined and Confined Clay Brick Masonry. *Journal Of Structural Engineering*, 130(4), 650-661. doi:10.1061/(ASCE)0733-9445(2004)130:4(650)

- Furukawa, A., Spence, R., Ohta, Y., & So, E. (2010). Analytical study on vulnerability functions for casualty estimation in the collapse of adobe buildings induced by earthquake. *Bulletin of earthquake engineering*, 8(2), 451-479.
- Gallegos, M. (2015). *Unidades de albañilería*. Editorial Iberoamericana. México
- Ganapathi, S., Murthy, A., Iyer, N., Lakshmanan, N., & Bhagavan, N. (2011). Experimental and numerical study on in-plane behavior of brick masonry wall panels. *International Journal of Structural Stability and Dynamics*, 11(03), 431-450.
- Giordano, A., Mele, E., & De Luca, A. (2005). *Numerical Modelling of Masonry Structures Through Different Approaches*. Universita degli Studi di Napoli, Italy.
- Gowda, C. (2014). *Numerical Modelling of Experimental Tests on Cylindrical Masonry Specimens*. 85 Instituto Nacional de Estadística e Informática (2014). Viviendas, según material predominante en las paredes exteriores y área de residencia. Recuperado de <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/poblacion-y-vivienda/>
- Kaushik, H., Rai, D., & Jain, S. (2007). Stress-Strain Characteristics of Clay Brick Masonry under Uniaxial Compression. *J. Mater. Civ. Eng.*, 19(9), 728-739.
- Lourenço, P., Rots, J., & Blaauwendraad, J. (1995). Two approaches for the analysis of masonry structures: micro and macro-modeling. *HERON*, 40 (4), 1995.
- Lourenço, P. (1996). A user/programmer guide for the micro-modelling of masonry structures. Report, 3(1.31), 35.
- Lourenço, P. (1996). Computational strategies for masonry structures. Lourenço, P. 2004). Current experimental and numerical issues in masonry research.
- Medioambiente (2016). *Renta per-cápita (PNB) y producción de residuos industriales*. Mexico. Prentice Hall.
- Mengi, Y., Mcniven, H., & Tanrikulu, A. (1991). A model for nonlinear earthquake analysis of unreinforced brick masonry buildings. *Computers & Structures*, 41(4), 801- 812
- Miccoli, L., Garofano, A., Fontana, P., & Müller, U. (2015). Experimental testing and finite element modelling of earth block masonry. *Engineering Structures*, 104, 80-94.
- Öchsner, A., & Merkel, M. (2013). *One-dimensional finite elements*. Berlin: Springer.
- Page, A. (1981). *The biaxial compressive strength of brick masonry*.

Roca, P., González, J., Oñate, E., & Lourenço, P. (1998). Experimental and numerical issues in the modelling of the mechanical behaviour of masonry. *Structural Analysis of Historical Constructions II*. CIMNE, Barcelona.

San Bartolomé, A. (1994). *Construcciones de albañilería y comportamiento sísmico y estructural*. Lima: Fondo Editorial PUCP.

Senamhi (2020). *Contaminación de residuos sólidos*. Lima - Perú

Tarque, N., Camata, G., Spacone, E., Varum, H., & Blondet, M. (2014). Nonlinear Dynamic Analysis of a Full-Scale Unreinforced Adobe Model. *Earthquake Spectra*, 30(4), 1643-1661.

Tarque N, Camata G, Spacone E, Varum H and Blondet M. (2012). Elastic and inelastic parameters for representing the seismic in-plane behaviour of adobe walls.

ANEXOS

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

1.1. VARIABLE DEPENDIENTE

1.1.1. VARIABLE: V1 - UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS CON TIERRAS DE DIATOMEA

Las unidades de albañilería son un material de construcción empleado desde la antigüedad, en un principio comenzó elaborándose en su forma cruda, la cual se denomina adobe. Su empleo se debe a que su tamaño permite acomodarse a la mano del hombre.

Ladrillos o también denominados unidades de albañilería, pueden ser bloques de arcilla calcinada, de sílice-cal. Estas pueden también ser sólidas, alveolares, tubulares o huecas. (Norma E.070 de albañilería).

Los ladrillos son elementos estructurales fundamentales para la construcción de proyectos de albañilería. Para su manufactura emplea materia prima, tales como:

la arcilla, la mezcla de sílice y cal principalmente. Los ladrillos, también denominados bloques o unidades de albañilería, tienen como característica fundamental, presentar dimensiones para ser manejables con una sola mano en el asentado de ladrillo en los muros. (Casabonne, 2005)

1.1.2. DIMENSIONES DE LA VARIABLE:

- **Dimensión 1.- LADRILLOS DE ARCILLA**

Los ladrillos son pequeñas piezas cerámicas en forma de paralelepípedo, formadas por tierras arcillosas, moldeadas, comprimidas y sometidas a una cocción. Pueden utilizarse en toda clase de construcciones por ser su forma regular y fácil su manejo (Moreno, 1981).

Asimismo (Gallegos, 2015) y (Hendry, AW, Sinha, BP, & Daviles, SR., 2017) definen al ladrillo como el componente básico para la construcción de la albañilería y la construcción.

La (NTP, 2003) 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.

El presente trabajo se refiere a las unidades prismáticas fabricadas con arcilla y sometida a cocción con aplicaciones específicas en muros de albañilería.

- **Dimensión 2.- BLOQUE DE CONCRETO**

Según la NTP 399.602, el bloque de concreto es una pieza prefabricada a base de cemento, agua y áridos finos y/o gruesos, naturales y/o artificiales, con o sin aditivos, incluidos pigmentos, de forma sensiblemente prismática, con dimensiones modulares y ninguna mayor de 60 cm, sin armadura alguna.

Los bloques de concreto son unidades huecas o perforadas para albañilería armada en el cual se utiliza un sistema constructivo donde el refuerzo de acero se coloca dentro de los alvéolos de los bloques.

- **Dimensión 3.- LADRILLO SÍLICO CALCÁREO**

El material Sílico calcáreo es una mezcla de cal, agregados áridos y agua. El proceso se inicia al mezclar la cal con la arena extraída de la cantera conjuntamente con el agua de un Mezclador Principal, esta mezcla reposa durante un período de 3 horas en los silos reactores para que la cal que es mezclada en su estado “viva”, se hidrate al contacto con el agua. 12 Posteriormente la mezcla es transportada mediante fajas a un segundo proceso de mezclado, donde se le agrega un árido más grueso y el agua final del mezclado, la que finalmente es llevada hacia las diversas prensas, de fabricación y tecnología 100% alemana. En la prensa la mezcla es moldeada a presión, lográndose las diversas medidas de unidades sílico calcáreas, las mismas que son manipuladas y colocadas en carros plataforma para que puedan ser trasladadas hasta el final del proceso. Las unidades en “verde” son inmediatamente trasladadas dentro de las autoclaves, en las que permanecen durante un período mínimo de 8 horas a una presión de 16 atmósferas. Transcurrido este proceso de “auto clave”, el ladrillo está listo para ser usado, no sin antes pasar por el proceso de emparihuelado y enzunchado.

1.2. VARIABLE INDEPENDIENTE: PROPIEDADES MECÁNICAS

Según (Cabrera, J., Escalante, J. & Castro, P., 2016, pág. 64-83) en su artículo “Las propiedades mecánicas son las que describen el comportamiento de un material ante las fuerzas aplicadas sobre él, por eso son especialmente importantes al elegir el material del que debe estar construido un determinado objeto”.

- **Dimensión 1.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

Según (Fernández, A., & Morales, J., & Soto, F., 2016, pág. 197-203) en su artículo “Evaluación del comportamiento de la resistencia a compresión del ladrillo con la aplicación del aditivo superplastificante PSP NLS, para edades mayores que 28 días”.

Revista INGENIERÍA UC, Universidad de Carabobo, Venezuela, define que la resistencia depende de muchos factores como lo son la calidad de los agregados, las condiciones de elaboración de la mezcla, el asentamiento, la temperatura de fraguado, y las condiciones propias del ensayo, entre otras, así como la inclusión de aditivos que producen variaciones en algunas de sus propiedades. Estos aditivos son utilizados para mejorar propiedades del ladrillo fresco o fraguado como lo son un mayor asentamiento, con reducción del agua, mayores resistencias en edades tempranas o reducción de la porosidad y peso específico del mismo. Debido a que el ladrillo en estado fresco empieza el proceso de fraguado o endurecimiento a medida que reacciona el agua de la mezcla con el cemento, se produce un alto calor de hidratación que puede ocasionar una rápida evaporación del agua de mezclado y una reducción del asentamiento necesario para colocarlo en los moldes, por lo que se recurre a Aditivos que mantienen esa trabajabilidad sin que deban producir modificaciones en las resistencias del mismo. Cualquiera que sea la naturaleza de los aditivos, orgánicos (resinas) o inorgánicos, estos son diseñados para trabajar en conjunto con las partículas de cemento, y según sea su propósito, procurar una mejor utilización de los materiales, reduciendo la dosificación de cemento o agua y logrando alcanzar de una manera más acelerada sus propiedades mecánicas y proporcionando mayor durabilidad en la obra.

- **Dimensión 2. ALABEO**

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

- **Dimensión 3. ABSORCIÓN DE AGUA**

Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613.

- **Dimensión 4. SUCCIÓN**

Es la velocidad inicial con la que el ladrillo toma agua por capilaridad, medida en gramos de agua absorbidos por cada cm² de superficie puesta en contacto con el agua en un minuto.

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Uso de Unidades de Albañilería Ecológicas a base de Tierras de Diatomeas	Las unidades de albañilería son un material de construcción empleado desde la antigüedad, en un principio comenzó elaborándose en su forma cruda, la cual se denomina adobe. Su empleo se debe a que su tamaño permite acomodarse a la mano del hombre. (Norma E.070 - Albañilería)	Ladrillos o también denominados unidades de albañilería, pueden ser bloques de arcilla calcinada, de sílice-cal Estas pueden también ser sólidas, alveolares, tubulares o huecas.	Arcilla Cemento Tierras de diatomeas	Límites de Atterberg Granulometría 20% de cemento tipo I 30%, 40% y 50% de tierras de diatomeas	Razón
Propiedades Mecánicas	“Las propiedades mecánicas son las que describen el comportamiento de un material ante las fuerzas aplicadas sobre él, por eso son especialmente importantes al elegir el material del que debe estar construido un determinado objeto”. (Cabrerá, 2016)	Las propiedades principales de las unidades de albañilería deben entenderse en su relación con el producto terminado, que es la albañilería.	Propiedades mecánicas Propiedades físicas	Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión Granulometría Alabeo Variación dimensional Absorción	Razón

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Matriz de Consistencia

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de Medición
Unidades de Albañilería Ecológicas a Base de Tierras de Diatomeas	Carrasco Tinoco (2018) afirman que según la Norma E 070, las unidades de albañilería ecológicas se denominan como ladrillo de tierra comprimida (LCT) o ecológico, debido a que se mitiga la contaminación por no recurrir al proceso de cocción del ladrillo, lo cual reduce la emisión de CO2 entre otros. Por otro lado, tiene buenas propiedades por lo que son resistentes a las cargas (p. 25)	En esta variable se dio a conocer las dosificaciones y los ensayos correspondientes para la elaboración del ladrillo ecológico a base de Arcilla y Tierra de Diatomea, donde su dosificación será proporcional, adicionando tierras de diatomeas de acuerdo a lo establecido, es decir, en un 30%, 40% y 50% respecto al peso del ladrillo. Se harán uso de moldes con dimensiones de (23 x 12.50 x 9) cm, para lo cual se utilizarán equipos de laboratorio tanto para los ensayos y mediciones respectivas, esta variable tiene 3 dimensiones donde cada uno de ellos tienen sus respectivos indicadores.	Arcilla	Límites de Atterberg	Equipos de laboratorio	Razón
			Arcilla	Granulometría	Equipos de laboratorio	
			Agua	25%	Equipos de laboratorio	
			Tierra de Diatomea	Agregado fino en 30%, 40% y 50%	Equipos de laboratorio	
			Tierra de Diatomea	Granulometría	Equipos de laboratorio	

Fuente: Elaboración propia

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de Medición
Propiedades Físico - Mecánicas	<p>Para Izquierdo y Ramalho (2018), las propiedades físicas de la materia tienen caracteres que al ser observadas pueden medirse así mismo, no cambian a nuevas formas químicas, por ejemplo: densidad, viscosidad, absorción, etc. (p. 25).</p> <p>Según Pelleg (2016); Las propiedades mecánicas de los materiales son de gran importancia, debido a que se ocupan de los principales fenómenos relacionados con la estabilidad de la fuerza y la fractura del material dependen de su estructura (p.1)</p>	<p>Se realizarán ensayos de unidades de ladrillo ecológico para evaluar sus propiedades mecánicas; tales como pruebas de compresión, pruebas de variación de dimensión y alabeo; para conocer sus propiedades físicas, para esto se utilizarán equipos de ensayo de laboratorio y se utilizara técnicas de observación y ficha técnicas como instrumento de recolección de datos. Tienen dos dimensiones cada uno con sus respectivos indicadores.</p>	Propiedades Mecánicas	Ensayo a compresión	Equipo de Ensayo a compresión	Razón
			Propiedades Físicas	Ensayo de Alabeo	Equipos de Laboratorio	
				Ensayo de Variación Dimensional	Equipos de Laboratorio	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Carta de presentación

CARTA DE PRESENTACIÓN

ING. JORGE CANTA HONORES

Presente:

Asunto: Validación de Instrumentos.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la **UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**, requiero validar los instrumentos con lo cual recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con lo cual optaré el Título de Ingeniería Civil.

El título del proyecto de investigación es: “**influencia del uso de unidades de albañilería ecológicas con tierra de diatomeas en sus propiedades mecánicas para edificaciones, lima, 2021**”. Y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, contiene:

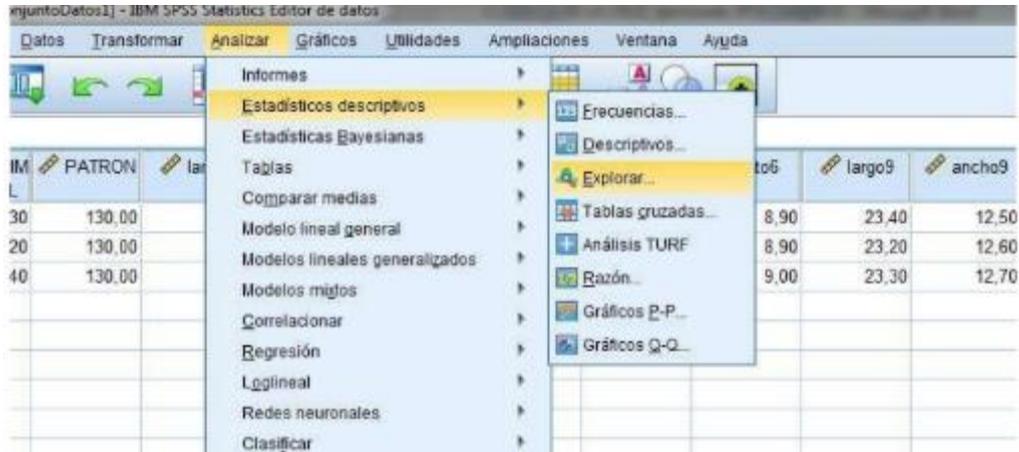
- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de la variable.
- Certificado de validez de contenido de instrumentos.

Expresándole mi sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

ENRIQUE VÍCTOR DELFÍN YRRAZÁBAL

Anexo 4. Procedimiento del análisis estadístico en Spss 25 para prueba de normalidad

Figura 50. Prueba de normalidad para resistencia a compresión del ladrillo con 30% de Tierra de diatomeas en SPSS 25.



Fuente: Spss versión 25

Se escoge la variable que se va a evaluar que este caso fue la resistencia del ladrillo con 30% de tierras de diatomeas, luego se va a la opción gráficos y se activa el check en gráficos de normalidad y luego aceptar.

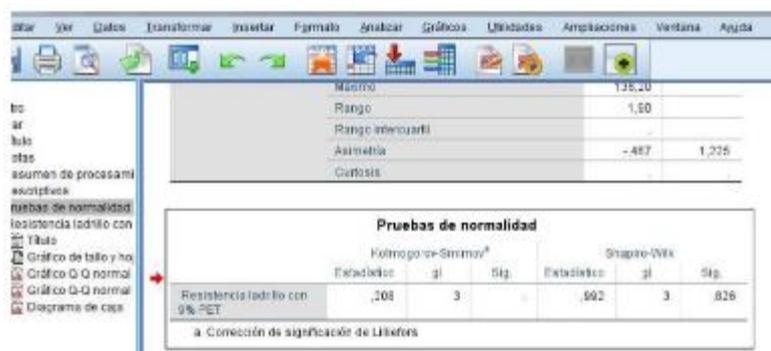
Figura 51. Prueba de normalidad para resistencia a compresión del ladrillo con 30% de Tierra de diatomeas en Spss 25



Fuente: Spss versión 25

Se muestra la prueba de normalidad para la resistencia a compresión del ladrillo con 30% de Tierras de diatomeas.

Figura 52. Prueba de normalidad para resistencia a compresión del ladrillo con 30% de tierra de diatomeas en Spss 25



Fuente: Spss versión 25

Prueba de normalidad Kolmogorov - Smirnov: Muestras grandes (>30 muestras)

Chapiro wilk: Muestras pequeñas (< 30 muestras)

Criterio para determinar normalidad

P-valor $\geq \alpha$, Acepta H_0 =Los datos provienen de una distribución normal

P-valor $\geq \alpha$, Acepta H_1 = Los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 56. Prueba “t” de Student para resistencia a compresión del ladrillo con 30% tierras de diatomeas

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov Smimov			Shapiro Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia ladrillo con 30% diatomeas	0.208	3	.	0.992	3	0.826

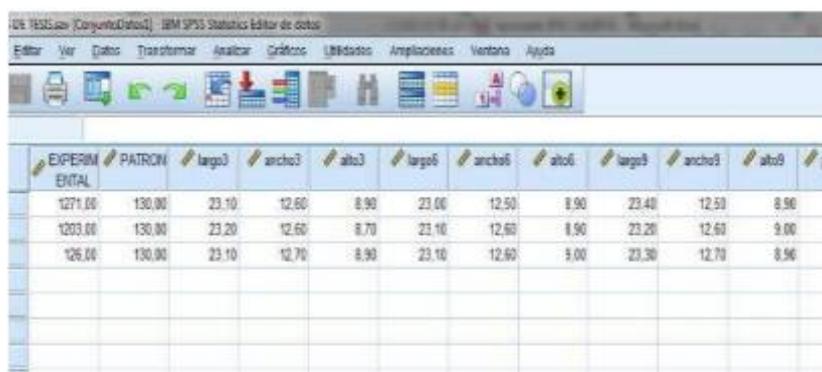
Fuente: Spss Versión 25

En la tabla como la muestra analizada es 3 y es menor a 30 se va utilizar la prueba de normalidad de shapiro wilk, en donde el p-valor es 0.826 y es mayor a (α) 0.05. Se concluye que los resultados de resistencia del ladrillo con 30% de tierras de diatomeas provienen de una distribución normal.

Anexo 5. Procedimiento del análisis estadístico en Spss 25 para “t” de Student para una muestra

Se da a conocer el procedimiento que se utilizó para realizar la prueba “t” Student, primero se pasan todos los datos obtenidos en laboratorio a la vista de datos.

Tabla 57. Vista de datos

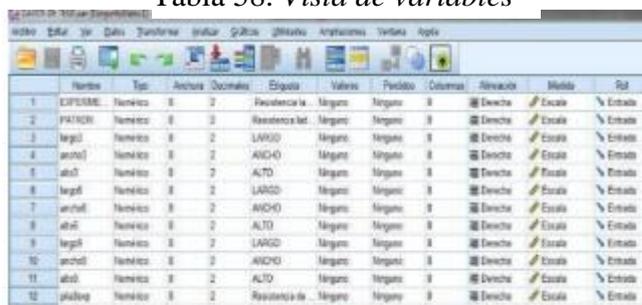


EXPERIMENTAL	PATRON	largo3	ancho3	alto3	largo6	ancho6	alto6	largo9	ancho9	alto9
1271.00	130.00	23.10	12.60	8.90	23.00	12.50	8.90	23.40	12.50	8.90
1203.00	130.00	23.20	12.60	8.70	23.10	12.60	8.90	23.20	12.60	9.00
126.00	130.00	23.10	12.70	8.90	23.10	12.60	9.00	23.30	12.70	8.90

Fuente: Spss versión 25

En la vista de variables se ponen los nombres, etiquetas y escala de medición para todos los datos.

Tabla 58. Vista de variables

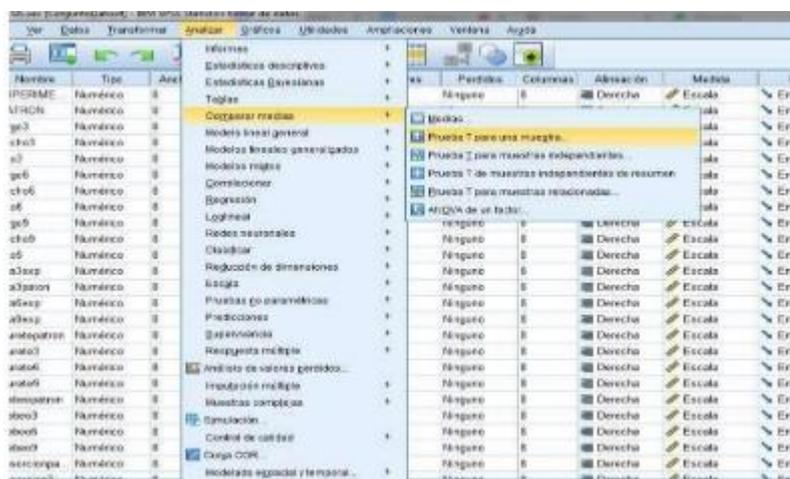


Número	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdido	Columnas	Alineación	Métrica	Rot.
1	EXPERIME	Numerico	8	2	Resistencia a	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
2	PATRON	Numerico	8	2	Resistencia lat.	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
3	largo3	Numerico	8	2	LARGO	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
4	ancho3	Numerico	8	2	ANCHO	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
5	alto3	Numerico	8	2	ALTO	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
6	largo6	Numerico	8	2	LARGO	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
7	ancho6	Numerico	8	2	ANCHO	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
8	alto6	Numerico	8	2	ALTO	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
9	largo9	Numerico	8	2	LARGO	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
10	ancho9	Numerico	8	2	ANCHO	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
11	alto9	Numerico	8	2	ALTO	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
12	plafond	Numerico	8	2	Resistencia de	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada

Fuente: Spss versión 25

Para realizar la prueba “t” Student, se tiene que ir a la opción analizar, comparar medias y prueba T para muestras relacionadas, tal como se muestra en la fig. 28.

Tabla 59. Prueba “t” de Student para resistencia a compresión del ladrillo con 30% de tierras de diatomeas en SPSS.

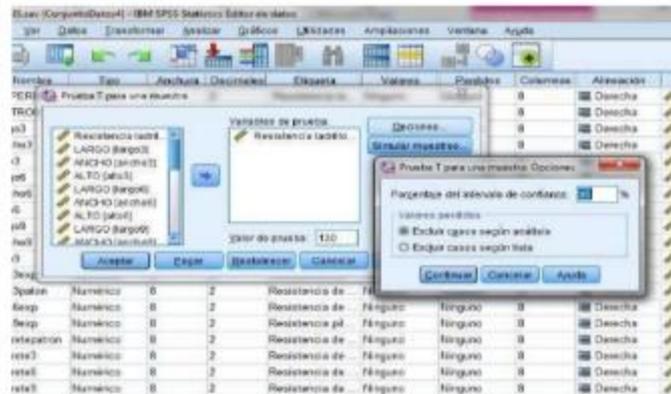


The screenshot shows the 'Analyze' menu in SPSS, with 'Compare Means' selected. The 'T-Tests for Related Groups...' dialog box is open, showing the 'Paired-Samples T-Test' option selected. The 'Dependent Variable List' contains 'EXPERIME'. The 'Display' section is set to 'Means and Std. Deviations'. The 'Display' section is set to 'Means and Std. Deviations'. The 'Display' section is set to 'Means and Std. Deviations'.

Fuente: Spss versión 25

Se seleccionan las variables de análisis, luego se va a opciones para considerar el nivel de confianza, que en este caso es de 95% y después aceptar.

Tabla 60. Prueba “t” de Student para resistencia a compresión del ladrillo con 30% de tierras de diatomeas en SPSS.



Fuente: Spss versión 25

Finalmente salen los resultados de prueba t que en este caso es la prueba de “t” Student en donde se aprecian 2 tablas que contienen datos estadísticos, pero la tabla de interés es la tabla 2 que contiene la prueba de muestras emparejadas ya que esta nos da el p-valor o el nivel de significancia que puede ser menor o mayor a 0.05 el cual sirve para contrastar la hipótesis planteada.

Tabla 61. Prueba “t” de Student para resistencia a compresión del ladrillo con 30 % de tierras de diatomeas en SPSS

T-TEST
 /TESTVAL=130
 /MISSING=ANALYSIS
 /VARIABLES=EXPERIMENTAL
 /CRITERIA=CI (.95).

Prueba T

Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Resistencia ladrillo con 9% PET	3	135,3000	,95394	,55076

Prueba para una muestra

Valor de prueba = 130

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Resistencia ladrillo con 9% PET	9,623	2	,011	5,30000	2,9303	7,6697

Fuente: Spss versión 25

Tabla 62. Prueba “t” de Student para resistencia a compresión del ladrillo con 30% de tierras de diatomeas

Estadística para una muestra

	N	Media	Desv Desviación	Desv. Error Promedio
Resistencia ladrillo con 50% diatomea	3	135.3000	0.95394	0.55076

Fuente: Software SPSS Versión 25

Media: Promedio de las muestras analizadas.

N: Cantidad de muestras analizadas.

Desv, desviación: Desviación estándar de la muestra.

Desv. Error promedio: Desviación de error promedio.

La Norma E-070 indica que para el diseño de viviendas unifamiliares se usan ladrillos estructurales tipo IV con una resistencia de 130 kg/cm² es por ello, que este ladrillo será tomado en cuenta como patrón o referencia.

Prueba “t” de Student

Si: Ho: $\mu = 130$ kg/cm²; La adición del 0% U de tierras de diatomeas aumenta las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico.

H1: $\mu > 130$ kg/cm²; La adición del 30% de tierras de diatomeas no aumenta las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico.

Estratega de prueba:

Si P-valor es ≤ 0.05 se rechaza la (Ho) y se acepta la (H1)

Si P-valor es > 0.05 se acepta la (Ho) y se rechaza la (H1)

Tabla 63. Prueba “t” de Student para resistencia a compresión del ladrillo con 30% de tierras de diatomeas

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 130					
	T	Gl	Sig (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Resistencia ladrillo con 50% diatomeas	9.623	2	0.011	5.3000	2.9303	7.6697

Fuente: Obteniendo por el software IBM SPSS Statistics 25

De acuerdo a la tabla 51, el P-valor es de 0.011 es menor que 0.05 (α), por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis alterna (H_1). En conclusión, con un nivel de significancia (α) de 0.05, la adición del 30% de tierras de diatomeas aumenta las propiedades mecánicas del ladrillo ecológico para el diseño de viviendas unifamiliares-Huachipa, 2020. Estos ladrillos ecológicos clasifican como ladrillos tipo IV cumpliendo con la Norma E-070.

Tabla 64. Ficha técnica de tierra de diatomeas

FICHA TÉCNICA																																		
INFORMACION CUALITATIVA Y CUANTITATIVA																																		
MATERIAL:	TIERRA DE DIATOMEAS																																	
UBICACIÓN:	LIMÓN, ICA																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DATOS CUALITATIVOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>COLOR:</td> <td>Blanco amarillento</td> </tr> <tr> <td>PREPARACIÓN:</td> <td>Moto del polvo fino</td> </tr> <tr> <td>TIEMPO DE CURADO:</td> <td>7 días</td> </tr> <tr> <td>CONDUCTIVIDAD:</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE AGUA:</td> <td>8.1%</td> </tr> <tr> <td>CURABILIDAD:</td> <td>Alta</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">DATOS CUANTITATIVOS</th> </tr> <tr> <th>MATERIAL</th> <th>CANTIDAD</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TIERRAS</td> <td>8%</td> <td>m³</td> </tr> <tr> <td>AGREGADOS</td> <td>21%</td> <td>m³</td> </tr> <tr> <td>AGUAS</td> <td>7%</td> <td>m³</td> </tr> <tr> <td>GRANULOS FINES</td> <td>4.75 x 75 μm 15200</td> <td>kg/m³</td> </tr> </tbody> </table>			DATOS CUALITATIVOS		COLOR:	Blanco amarillento	PREPARACIÓN:	Moto del polvo fino	TIEMPO DE CURADO:	7 días	CONDUCTIVIDAD:	Alto	CONTENIDO DE AGUA:	8.1%	CURABILIDAD:	Alta	DATOS CUANTITATIVOS			MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	TIERRAS	8%	m ³	AGREGADOS	21%	m ³	AGUAS	7%	m ³	GRANULOS FINES	4.75 x 75 μm 15200	kg/m ³
DATOS CUALITATIVOS																																		
COLOR:	Blanco amarillento																																	
PREPARACIÓN:	Moto del polvo fino																																	
TIEMPO DE CURADO:	7 días																																	
CONDUCTIVIDAD:	Alto																																	
CONTENIDO DE AGUA:	8.1%																																	
CURABILIDAD:	Alta																																	
DATOS CUANTITATIVOS																																		
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD																																
TIERRAS	8%	m ³																																
AGREGADOS	21%	m ³																																
AGUAS	7%	m ³																																
GRANULOS FINES	4.75 x 75 μm 15200	kg/m ³																																
<p>NOTA: La muestra es tierra de diatomeas esteble de planta, la cual presenta los datos estándar aproximado de los de venta comercial.</p>																																		
<p>SEICAN S.A.C. RUC: 20601649004</p> <p>JORGE ECIT SILVA RAMÍREZ TECNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS</p> <p>SEICAN S.A.C. RUC: 20601649004</p> <p>DOCUMENTO CONTROLADO</p> <p>SEICAN S.A.C. RUC: 20601649004</p> <p>LABORATORIO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y PAVIMENTOS N° CIP: 140060</p>																																		
FECHA:																																		
FOLIO:																																		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65. Diseño de mezcla de 30% de tierra de diatomeas

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE																																									
DISEÑO DE MEZCLA PARA ENTABLEROS DE MORTERO SIMILANTE TIERRA DE DIATOMEAS																																									
CANTIDAD DE MATERIALES																																									
PROYECTO:	ANÁLISIS DEL USO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS CON TIERRA DE DIATOMEAS EN SUS PROPIEDADES MECANICAS EN EDIFICACIONES - LIMA, 2021																																								
UBICACIÓN:	LIMA - PERU																																								
OBJETO:	DISEÑO DE ENTABLEROS CON TIERRA DE DIATOMEAS																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">TIENDAS DE ENTABLEROS DE MORTERO SIMILANTE TIERRA DE DIATOMEAS</th> </tr> <tr> <th>MATERIALES</th> <th>INDICACIONES</th> <th>CANTIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>40%</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>AGUARDIA</td> <td>20%</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>SUBTOTAL</td> <td>100%</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>33%</td> <td>17</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">FORMA DE ENTABLEROS EN PESO</th> </tr> <tr> <th>MATERIAL</th> <th>INDICACIONES</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>42</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>AGUARDIA</td> <td>20</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>AGUARDIA</td> <td>40</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>17</td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>119</td> <td>kg</td> </tr> </tbody> </table>			TIENDAS DE ENTABLEROS DE MORTERO SIMILANTE TIERRA DE DIATOMEAS			MATERIALES	INDICACIONES	CANTIDAD	CEMENTO	40%	30	AGUARDIA	20%	20	SUBTOTAL	100%	50	AGUA	33%	17	FORMA DE ENTABLEROS EN PESO			MATERIAL	INDICACIONES	UNIDAD	CEMENTO	42	kg	AGUARDIA	20	kg	AGUARDIA	40	kg	AGUA	17	kg	TOTAL	119	kg
TIENDAS DE ENTABLEROS DE MORTERO SIMILANTE TIERRA DE DIATOMEAS																																									
MATERIALES	INDICACIONES	CANTIDAD																																							
CEMENTO	40%	30																																							
AGUARDIA	20%	20																																							
SUBTOTAL	100%	50																																							
AGUA	33%	17																																							
FORMA DE ENTABLEROS EN PESO																																									
MATERIAL	INDICACIONES	UNIDAD																																							
CEMENTO	42	kg																																							
AGUARDIA	20	kg																																							
AGUARDIA	40	kg																																							
AGUA	17	kg																																							
TOTAL	119	kg																																							
<p>NOTA: El agua fue pesada en función al peso total de la mezcla (Cemento y agregados)</p>																																									
<p>ELABORADO POR</p> <p>SEICAN S.A.C. RUC: 20001849084</p> <p>JORGE ELIT SILVA RAMÍREZ TODOS LOS MATERIALES EN SIEMPRE + AVANZADOS</p>		<p>APROBADO POR</p> <p>SEICAN S.A.C. RUC: 20001849084</p> <p>ALVARO FERREROS SEICAN S.A.C. - TODOS LOS MATERIALES EN SIEMPRE + AVANZADOS</p>																																							
<p>SEICAN S.A.C. RUC: 20001849084 DOCUMENTO CONTROLADO</p>																																									
Fecha:	Fecha:																																								

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66. Diseño de mezcla de 40% de tierra de diatomeas

DISEÑO DE MEZCLA PARA UNIDADES DE ALBAÑILERÍA MEDIANTE TIERRA DE DIATOMEAS																				
<p>PROYECTO: EXPERIENCIA DEL USO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS CON TIERRA DE DIATOMEAS EN SUS PROPIEDADES MECANICAS EN EDIFICACIONES - LIMA, 2021.</p> <p>UBICACIÓN: TPA - LIMA</p> <p>DISEÑO: 40% DE TIERRA DE DIATOMEAS</p>																				
<p>TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE PORCENTAJES</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>CATEGORÍA</th> <th>DISTRIBUCIÓN</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ARENILLA</td> <td>70%</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>10%</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>16.0%</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>TIERRA</td> <td>4%</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>			CATEGORÍA	DISTRIBUCIÓN	UNIDAD	ARENILLA	70%	%	CEMENTO	10%	%	AGUA	16.0%	%	TIERRA	4%	%			
CATEGORÍA	DISTRIBUCIÓN	UNIDAD																		
ARENILLA	70%	%																		
CEMENTO	10%	%																		
AGUA	16.0%	%																		
TIERRA	4%	%																		
<p>TABLA DE DISTRIBUCIÓN EN TONOS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>CATEGORÍA</th> <th>DISTRIBUCIÓN</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ARENILLA</td> <td>56</td> <td>Kg</td> </tr> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>24</td> <td>Kg</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>90</td> <td>Lts</td> </tr> <tr> <td>TIERRA</td> <td>15</td> <td>Kg</td> </tr> <tr> <td>TIERRA</td> <td>30</td> <td>Lts</td> </tr> </tbody> </table>			CATEGORÍA	DISTRIBUCIÓN	UNIDAD	ARENILLA	56	Kg	CEMENTO	24	Kg	AGUA	90	Lts	TIERRA	15	Kg	TIERRA	30	Lts
CATEGORÍA	DISTRIBUCIÓN	UNIDAD																		
ARENILLA	56	Kg																		
CEMENTO	24	Kg																		
AGUA	90	Lts																		
TIERRA	15	Kg																		
TIERRA	30	Lts																		
<p>Nota: El agua fue pesada en función al peso total de la muestra prima mezclada (Arena y diatomeas).</p>																				
<p>SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684</p> <p>JORGE ELIOT SILVA RAMIREZ TÉCNICO LABORATORISTA EN SUELOS Y MATERIALES</p> <p>SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684</p> <p>DOCUMENTO CONTROLADO</p> <p>SEICAN S.A.C. RUC: 20601649684</p> <p>ZUMETA FARMACIA S.A.S. C/AV. ALVARO GARCERAN N° 146006</p>																				
Fecha:		Fecha:																		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67. Diseño de mezcla diatomea al 50%

SEICAN S.A.C.		DISEÑO DE MEZCLA PARA UNIDADES DE ALBAÑILERÍA MEDIANTE TIERRA DE DIATOMEA																																								
SEICAN S.A.C.		TIERRA DE DIATOMEA																																								
PROYECTO:	INFLUENCIA DEL USO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA MEDIANTE TIERRA DE DIATOMEA EN SUS PROPIEDADES MECANICAS PARA EDIFICACIONES - LIMA 2021																																									
UBICACIÓN:	LIMA - LIMA																																									
DISEÑO:	DISEÑO DE MEZCLA DE TIERRA DE DIATOMEA																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES</th> </tr> <tr> <th>MATERIAL</th> <th>DISTRIBUCIÓN</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ARENILLA</td> <td>70%</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>DIATOMEA</td> <td>30%</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>SUMINISTRAL</td> <td>100%</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>100%</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE PESOS</th> </tr> <tr> <th>MATERIAL</th> <th>DISTRIBUCIÓN</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ARENILLA</td> <td>30</td> <td>Kg</td> </tr> <tr> <td>DIATOMEA</td> <td>70</td> <td>Kg</td> </tr> <tr> <td>SUMINISTRAL</td> <td>100</td> <td>Kg</td> </tr> <tr> <td>AGUA</td> <td>15</td> <td>Kg</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>205</td> <td>Kg</td> </tr> </tbody> </table>				TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES			MATERIAL	DISTRIBUCIÓN	UNIDAD	ARENILLA	70%	%	DIATOMEA	30%	%	SUMINISTRAL	100%	%	TOTAL	100%	%	TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE PESOS			MATERIAL	DISTRIBUCIÓN	UNIDAD	ARENILLA	30	Kg	DIATOMEA	70	Kg	SUMINISTRAL	100	Kg	AGUA	15	Kg	TOTAL	205	Kg
TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES																																										
MATERIAL	DISTRIBUCIÓN	UNIDAD																																								
ARENILLA	70%	%																																								
DIATOMEA	30%	%																																								
SUMINISTRAL	100%	%																																								
TOTAL	100%	%																																								
TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE PESOS																																										
MATERIAL	DISTRIBUCIÓN	UNIDAD																																								
ARENILLA	30	Kg																																								
DIATOMEA	70	Kg																																								
SUMINISTRAL	100	Kg																																								
AGUA	15	Kg																																								
TOTAL	205	Kg																																								
<p>Nota: El agua fue pesada en función al peso total de la materia prima mezclada (arena y diatomea).</p>																																										
<p>SEICAN S.A.C. RUC: 20001649684</p> <p>JORGE ELIOT SILVA RAMIREZ INGENIERO DE SISTEMAS EN SEVICIOS Y SISTEMAS</p>		<p>SEICAN S.A.C. RUC: 20001649684</p> <p>DOCUMENTO CONTROLADO</p> <p>SEICAN S.A.C. - RUC: 20001649684 SOLUCIONES EMPRESARIALES Y SISTEMAS BO. CAJALMAYO, CALLES 3002 - 10000 LIMA TEL: 011 4488000</p>																																								
Fecha:		Fecha:																																								
Firma:		Firma:																																								

Fuente: Elaboración propia



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 17020304

VERIFICACION

1.- GENERALIDADES.

A solicitud de: H&M INGENIERIA TOPOGRAFIA Y CONSTRUCCION SRL se procedió a verificar el comportamiento de un Sistema Digital de Prensa de Concreto, La verificación se realizó en Lima el 11 de Julio del 2021 y vence el 11 de Enero del 2022.

2.- DEL SISTEMA A VERIFICAR.

Prensa : ORION
Indicador : SAFIR
Transductor : AEP Transducers

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

ING. LOIS TABOADA PALACIOS
Cefe de Laboratorio
CIP 56551

3.- DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN.

Dispositivo : Celda de Carga
Fabricante : AEP Transducers
Tipo : C2S- 100T
Serie N° : 88054-100B
Carga Nominal : 100,000 Kg
Modalidad : Compresión
Indicador : MP10 N° 6094-2006-06

Calibrado en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica - (INF-LE 095-17A)

4.- PROCEDIMIENTO

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025, Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

5.- RESULTADOS

En la Tabla N° 1 se muestran los promedios de las series de verificación y los errores correspondiente.

En el Gráfico N°1 se muestra la curva de regresión y la ecuación de ajuste correspondientes a la presente calibración.



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

TABLA N° 1

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 17920304

CALIBRACION DE DE PRENSA DIGITAL Marca ORION, Indicador Digital SAFIR, Transductor AEP Transducers de 700 bar

SISTEMA DIGITAL "A" KG	SERIES DE VERIFICACION (KG)				PROMEDIO "B" KG	ERROR Ep %	REPTBLD Rp %
	SERIE (1)	SERIE (2)	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10.000	9.930	9.920	-0.70	-0.80	9.925,00	-0.75	0,07
20.000	19.910	19.920	-0.45	-0.40	19.915,00	-0.43	0,04
30.000	29.930	29.925	-0.23	-0.25	29.927,50	-0.24	0,01
40.000	40.120	40.115	0.30	0.29	40.117,50	0.29	0,01
50.000	50.150	50.145	0.30	0.29	50.147,50	0.30	0,01
60.000	60.190	60.180	0.32	0.30	60.185,00	0.31	0,01
70.000	70.240	70.250	0.34	0.35	70.245,00	0.35	0,01
80.000	80.340	80.360	0.43	0.45	80.350,00	0.44	0,02

NOTAS SOBRE LA CALIBRACION

- 1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ASTM E-21
- 2.- Ep y Rp son el Error Percentual y la Precisión definidos en la misma Norma.
Ep = (A-B) / B * 100 Rp = Error (2) - Error (1)
- 3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +- 1,0 %

Coefficiente Correlación:

R² = 1

Ecuación de ajuste:

$$y = 1,0095 \cdot x - 189,2$$

Donde:

X : Lectura de la pantalla
Y : fuerza promedio (KG)

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
ING. LEONARDO PALACIOS
Jefe de Laboratorio
CIP 56551



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 17020304

VERIFICACION

1.- GENERALIDADES.

A solicitud de: H&M INGENIERIA TOPOGRAFIA Y CONSTRUCCION SRL se procedió a verificar el comportamiento de un Sistema Digital de Prensa de Concreto, La verificación se realizó en Lima el 11 de Julio del 2021 y vence el 11 de Enero del 2022.

2.- DEL SISTEMA A VERIFICAR.

Prensa : ORION
Indicador : SAFIR
Transductor : AEP Transducers

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

ING. LOIS TABOADA PALACIOS
Jefe de Laboratorio
CIP 56551

3.- DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN.

Dispositivo : Celda de Carga
Fabricante : AEP Transducers
Tipo : C2S- 100T
Serie N° : 88054-100B
Carga Nominal : 100,000 Kg
Modalidad : Compresión
Indicador : MP10 N° 6094-2006-06

Calibrado en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica - (INF-LE 095-17A)

4.- PROCEDIMIENTO

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025, Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

5.- RESULTADOS

En la Tabla N° 1 se muestran los promedios de las series de verificación y los errores correspondiente.

En el Gráfico N°1 se muestra la curva de regresión y la ecuación de ajuste correspondientes a la presente calibración.



SERVICIOS METROLÓGICOS
RESOLUCIÓN N° 02-93-INDECOPI



CERTIFICADO DE CALIBRACION BP-019-2021

EMISIÓN	2021-01-12
VENCIMIENTO	2021-06-12

- 1. RAZÓN SOCIAL :** GERGUS S.R.L.
RUC : 20532799881
DIRECCIÓN : PJE. CALDERON DE LA BARCA N° 250 – LIMA.
SOLICITANTE : ENRIQUE VICTOR DELFIN YRRABAL
- 2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** BALANZA DE PRECISION ELECTRONICA
MARCA : OHAUS **RESOLUCIÓN :** 0.1 g.
N° DE SERIE : 725311601 **RANGO OPERATIVO :** 0 - 6000 g.
MODELO : SE6001F **SENSIBILIDAD :** 0.1 g.
CAPACIDAD : 6000 g. **INDICACIÓN :** DIGITAL
- 3. MÉTODO DE MEDICIÓN**
 Norma Metrológica Peruana NMP-003-96 “Instrumentos de Pesaje” y PC-001-2000 Procedimientos de Calibracion, utilizando pesas patrones E1, E2, F1, F2, M1, M2 y M3; con Certificados N° LM-041-2015-INDECOPI y M-0006-2017-METROIL-INACAL. Instituto Nacional de Calidad, se adjunta copias.

- 4. RESULTADOS**
 A una temperatura ambiental de 21°C y Humedad Relativa 68%, se obtiene los siguientes resultados:

CARGA APLICADA	LECTURA NOMINAL	ERROR (g)
001 gramo	001 gramo	----
200 gramos	200 gramos	----
500 gramos	500 gramos	----
1000 gramos	1000 gramos	----
2000 gramos	2000 gramos	----

- 5. CONCLUSIÓN**
 ➤ La balanza que se detalla en el numeral 2, es **APROBADA**, considerando que no presenta errores en todas las pruebas efectuadas.
- 6. RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES**
 ➤ La periodicidad del control debe efectuarse de acuerdo a la frecuencia de uso.
 ➤ No exceder de su máxima capacidad durante los pesajes.
 ➤ Mantener limpia, utilizar en lugar fijo y con cuidado para no alterar su calibración.



METROLOGICA SERMEP E.I.R.L.
Natella Coela Choque
 GERENTE

C.HAB. A. UGARTE I ETAPA E-4-26 – G. ALBARRACIN – LIMA E-mail: metro.sermep.eirl@gmail.com
 TELEFONO: (052)631431 CEL.: 952-640122 ; 958-362129



SERVICIOS METROLÓGICOS
RESOLUCIÓN N° 02-93-INDECOPI



CERTIFICADO DE CALIBRACION BC-042-2021

EMISIÓN	2021-01-12
VENCIMIENTO	2021-06-12

- 1. RAZÓN SOCIAL :** GERGUS S.R.L.
RUC : 20532799881
DIRECCIÓN : PJE. CALDERON DE LA BARCA N° 250 – LIMA.
SOLICITANTE : ENRIQUE VICTOR DELFIN YRRÁBAL
- 2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** BALANZA COMERCIAL ELECTRONICA
MARCA : OHAUS **RESOLUCIÓN :** 10 g.
N° DE SERIE : 8336130211 **RANGO OPERATIVO :** 0 - 30000 g.
MODELO : R31P30 **SENSIBILIDAD :** 10 g.
CAPACIDAD : 30000 g. **INDICACIÓN :** DIGITAL
- 3. MÉTODO DE MEDICIÓN**
 Norma Metrológica Peruana NMP-003-96 “Instrumentos de Pesaje” y PC-001-2000 Procedimientos de Calibración, utilizando pesas patrones E1, E2, F1, F2, M1, M2 y M3; con Certificados N° LM-041-2015-INDECOPI, M-0005-2017 y M-0006-2017-METROIL INACAL. Instituto Nacional de Calidad. se adjunta copias.

- 4. RESULTADOS**
 A una temperatura ambiental de 21°C y Humedad Relativa 68%, se obtiene los siguientes resultados:



CARGA APLICADA	LECTURA NOMINAL	ERROR (g)
0010 gramo	0010 gramo	----
1000 gramos	1000 gramos	----
2000 gramos	2000 gramos	----
3000 gramos	3000 gramos	----
5000 gramos	5000 gramos	----

- 5. CONCLUSIÓN**
 ➤ La balanza que se detalla en el numeral 2, es **APROBADA**, considerando que no presenta errores en todas las pruebas efectuadas.
- 6. RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES**
 ➤ La periodicidad del control debe efectuarse de acuerdo a la frecuencia de uso.
 ➤ No exceder de su máxima capacidad durante los pesajes.
 ➤ Mantener limpia, utilizar en lugar fijo y con cuidado para no alterar su calibración.



C.HAB. A. UGARTE | ETAPA E-4-26 – G. ALBARRACÍN – LIMA E-mail: metro.sermep.eiri@gmail.com
TELEFONO: (052)631431 CEL.: 952-640122

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del título de Ingeniera Civil, con el tema: **“INFLUENCIA DEL USO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS CON TIERRA DE DIATOMEAS EN SUS PROPIEDADES MECANICAS PARA EDIFICACIONES, LIMA, 2021”**

, elaborado por **Enrique Víctor Delfín Yrrazábal**, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil

Certifico:

- Que el presente trabajo experimental es original de su autora.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Lima, Marzo 2022

Dr. Jorge Canta Honores
TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACION

Yo, **Enrique Victor Delfin Yrrazábal**, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente trabajo experimental con el tema **“INFLUENCIA DEL USO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS CON TIERRA DE DIATOMEAS EN SUS PROPIEDADES MECANICAS PARA EDIFICACIONES, LIMA, 2021**, así como también los análisis estadísticos, ilustraciones, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Lima, Marzo 2022

Enrique Victor Delfin Yrrazábal

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Privada del Norte, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Lima, Marzo 2022

Enrique Victor Delfin Yrrazabal



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS	
PROYECTO: DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICA A BASE DE TIERRAS DE DIATOMEAS Y SU COMPARACION CON EL LADRILLO COMUN	
LOCALIZACION DE LA MUESTRA: LIMA	ENSAYADO POR: Ldo. Luis Torres
TIPO DE MATERIAL: ARCILLA - TIERRA DE DIATOMEA	CALCULADO POR: Ing. Paulina Salas G.
TUTOR: DR. JORCE CANTA HONORES	
ESTUDIANTE: ENRIQUE VICTOR DELFIN YRRAZABAL	
SOLICITADO POR: ESTUDIANTE	FECHA: 4/1/2021

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

TAMIZ	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIFICADO SEGÚN MOP-001-F-2002
3"				
2 1/2"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"	0	0	100	
N # 4	0	0	100	
Pasa el N # 4				
N # 8	10	3	97	
N # 10	10	3	97	
N # 16	10	3	97	
N # 20	15	4	96	
N # 30	15	4	96	
N # 40	15	4	96	
N # 50	15	4	96	
N # 60	15	4	96	
N # 80	35	9	91	
N # 100	35	9	91	
N # 200	115	31	69	
Pasa el 200				
TOTAL				

CUARTEO	
Peso total antes del lavado: 400	Peso total antes del lavado: _____
Peso total despues del lavado: 369	Peso total despues del lavado: _____

CONTENIDO DE HUMEDAD				
CAPSULA N°	PESO CAP. + SUELO HUMEDO	PESO CAP. + SUELO SECO	PESO CAPSULA	W. %
T	35,80	34,27	16,10	8,42
L	38,25	36,51	16,00	8,48

8,45

ORDEN DE TRABAJO No. 001718

Paulina Salas
ING. PAULINA SALAS
TECNICA LABORATORIO CEDICONS

AV. LOS SAUCE MZ G LT 18 - ATE - LIMA
9871 70820 - 32306621
paulinasalasg@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS	
PROYECTO:	DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICA A BASE DE TIERRAS DE DIATOMEAS Y SU COMPARACION CON EL LADRILLO COMÚN
LOCALIZACION DE LA MUESTRA: LIMA	ENSAYADO POR: Ldo. Luis Torres
TIPO DE MATERIAL: ARCILLA - TIERRA DE DIATOMEA	CALCULADO POR: Ing. Paulina Salas G.
TUTOR: DR. JORGE CANTA HONORES	
ESTUDIANTE: ENRIQUE VICTOR DELFIN YRRAZÁBAL	
SOLICITADO POR: ESTUDIANTE	FECHA: 4/1/2021

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

TAMIZ	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIFICADO SEGÚN MOP-001-F-2002
3"				
2 1/2"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"	0	0	100	
N # 4	0	0	100	
Pasa el N # 4				
N # 8	50	14	86	
N # 10	65	18	82	
N # 16	125	34	66	
N # 20	160	44	56	
N # 30	225	61	39	
N # 40	265	72	28	
N # 50	310	85	15	
N # 60	310	85	15	
N # 80	335	91	9	
N # 100	350	96	4	
N # 200	365	100	0	
Pasa el 200				
TOTAL				

CUARTEO	
Peso total antes del lavado: 500	Peso total antes del lavado: _____
Peso total despues del lavado: 366	Peso total despues del lavado: _____

CONTENIDO DE HUMEDAD				
CAPSULA N°	PESO CAP. + SUELO HUMEDO	PESO CAP. + SUELO SECO	PESO CAPSULA	w %
V	31,21	26,97	15,20	36,02
21	31,47	27,37	16,30	37,04
				36,53

ORDEN DE TRABAJO No. 001718

Paulina Salas
ING. PAULINA SALAS
TECNICA LABORATORIO CEDICONS



AV. LOS SAUCE MZ G LT 18 - ATE - LIMA
9871 70820 - 32306621
paulinasalas@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS	
PROYECTO: DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICA A BASE DE TIERRAS DE DIATOMEAS Y SU COMPARACION CON EL LADRILLO COMÚN	
LOCALIZACION DE LA MUESTRA: LIMA	ENSAYADO POR: Lodo, Luis Torres
TIPO DE MATERIAL: ARCILLA - TIERRA DE DIATOMEA	CALCULADO POR: Ing. Paulina Salas G.
TUTOR: DR. JORGE CANTA HONORIS	
ESTUDIANTE: ENRIQUE VICTOR DELFIN YRRAZÁBAL	
SOLICITADO POR: ESTUDIANTE	FECHA: 4/1/2021

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

TAMIZ	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIFICADO SEGÚN MOP-001-F-2002
3"				
2 1/2"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"	5	1	100	
3/8"	55	6	95	
N # 4	275	28	73	
Pasa el N # 4	725	73		
N # 8	85	23	50	
N # 10	95	25	47	
N # 16	125	33	39	
N # 20	135	36	37	
N # 30	140	37	35	
N # 40	145	39	34	
N # 50	145	39	34	
N # 60	150	40	33	
N # 80	150	40	33	
N # 100	155	41	31	
N # 200	160	43	30	
Pasa el 200	114	30		
TOTAL	1000			

CUARTEO			
Peso total antes del lavado:	300	Peso total antes del lavado:	
Peso total despues del lavado:	274	Peso total despues del lavado:	

CONTENIDO DE HUMEDAD				
CAPSLA N°	PESO CAP. + SUELO HIGRO	PESO CAP. + SUELO MCO	PESO CAPSULA	W %
X	43,59	41,18	15,70	9,46
12	49,15	46,27	16,10	9,55

ORDEN DE TRABAJO No. 001718

Paulina Salas G.
ING. PAULINA SALAS
TECNICA LABORATORIO CEDICONS



AV. LOS SAUCE MZ G LT 18 - ATE - LIMA
987170820 - 32306621
paulinasalasg@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO: DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICA A BASE DE TIERRAS DE DIATOMEAS Y SU COMPARACION CON EL LADRILLO COMUN

LOCALIZACION DE LA MUESTRA: LIMA

ENSAYADO POR: Lodo. Luis Torres

TIPO DE MATERIAL: ARCILLA - TIERRA DE DIATOMEA

CALCULADO POR: Ing. Paulina Salas G.

TUTOR: DR. JORGE CANTA HONORES

ESTUDIANTE: ENRIQUE VICTOR DELFIN YRRAZÁBAL

SOLICITADO POR: ESTUDIANTE

ENSAYO: ALABEO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA

FECHA DE ENSAYO: 13/10/2021

NORMAS: NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.604

TIEMPO DE ENSAYO: 30 MIN

Especimen	Cara A		Cara B	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
	(mm)		(mm)	
MA1	1.3	2.4	0.5	2
MA2	2.6	2.1	0	1
MA3	0	3	0.3	1.2
MA4	0.8	1.5	0	0.4
MA5	1.4	1.3	0.1	1.5
MA6	0.5	1.5	1.1	0.2
MA7	1	3.1	1	0
MA8	2.2	2.7	2.3	0.3
MA9	2.3	3.4	2.5	1
MA10	1.3	3	1.5	1.3
Promedio	Cóncavo	1.14		
	convexo	1.65		

Paulina Salas G.

ING. PAULINA SALAS

TECNICA LABORATORIO CEDICONS

CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

AV. LOS SAUCE MZ G LT 18 - ATE - LIMA

987170820 - 32306621

paulinasalas@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS	
PROYECTO: DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICA A BASE DE TIERRAS DE DIATOMEAS Y SU COMPARACION CON EL LADRILLO COMUN	
LOCALIZACION DE LA MUESTRA: LIMA	ENSAYADO POR: Lodo, Luis Torres
TIPO DE MATERIAL: ARCILLA - TIERRA DE DIATOMEA	CALCULADO POR: Ing. Paulina Salas G.
TUTOR: DR. JORGE CANTA HONORES	
ESTUDIANTE: ENRIQUE VICTOR DELFIN YRRAZÁBAL	
SOLICITADO POR: ESTUDIANTE	
ENSAYO: ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA	FECHA DE ENSAYO: 12/10/2021
NORMAS: NTP 331.017, NTP 399.813 Y NTP 399.804	TIEMPO DE ENSAYO: 24 HORAS

MUESTRA 1			
W seco (gr)	PROMEDIO	W húmedo (gr)	PROMEDIO
3292.6	3293.43	3707.6	3707.37
3292.4		3707.4	
3292.3		3707.1	

MUESTRA 2			
W seco (gr)	PROMEDIO	W húmedo (gr)	PROMEDIO
3270.4	3270.50	3692.9	3692.63
3270.8		3692.6	
3270.3		3692.4	

MUESTRA 3			
W seco (gr)	PROMEDIO	W húmedo (gr)	PROMEDIO
3342.0	3341.93	3769.7	3769.47
3341.7		3769.4	
3342.1		3769.3	

MUESTRA 4			
W seco (gr)	PROMEDIO	W húmedo (gr)	PROMEDIO
3278.6	3278.57	3681.2	3680.77
3279.0		3680.8	
3278.1		3680.3	

MUESTRA 5			
W seco (gr)	PROMEDIO	W húmedo (gr)	PROMEDIO
3315.0	3314.93	3737.8	3737.47
3314.7		3737.5	
3315.1		3737.1	

Paulina Salas G.
ING. PAULINA SALAS
TECNICA LABORATORIO CEDICONS

CEDICONS
CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

AV. LOS SAUCE MZ G LT 18 - ATE - LIMA
987170820 - 32306621
paulinasalas@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO: DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICA A BASE DE TIERRAS DE DIATOMEAS Y SU COMPARACION CON EL LADRILLO COMUN
LOCALIZACION DE LA MUESTRA: LIMA **ENSAYADO POR:** Lcdo. Luis Torres
TIPO DE MATERIAL: ARCILLA - TIERRA DE DIATOMEA **CALCULADO POR:** Ing. Paulina Salas G.
TUTOR: DR. JORGE CANTA HONORES
ESTUDIANTE: ENRIQUE VICTOR DELFIN YRRAZÁBAL
SOLICITADO POR: ESTUDIANTE

ENSAYO: ABSORCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA **FECHA DE ENSAYO:** 12/10/2021
NORMAS: NTP 331.017, NTP 393.613 Y NTP 393.604 **TIEMPO DE ENSAYO:** 24 HORAS

MUESTRA 1			
W seco (gr)	PROMEDIO	W húmedo (gr)	PROMEDIO
3727.1	3727.03	4108.0	4107.40
3727.4		4107.3	
3726.6		4106.9	

MUESTRA 2			
W seco (gr)	PROMEDIO	W húmedo (gr)	PROMEDIO
3709.8	3709.93	4093.6	4093.10
3710.3		4093.2	
3709.7		4092.5	

MUESTRA 3			
W seco (gr)	PROMEDIO	W húmedo (gr)	PROMEDIO
3786.5	3786.60	4172.2	4172.00
3786.6		4172.0	
3786.7		4171.8	

MUESTRA 4			
W seco (gr)	PROMEDIO	W húmedo (gr)	PROMEDIO
3820.5	3820.43	4196.8	4196.40
3820.7		4196.4	
3820.1		4196.0	

MUESTRA 5			
W seco (gr)	PROMEDIO	W húmedo (gr)	PROMEDIO
3667.3	3667.47	4058.9	4058.30
3667.5		4058.5	
3667.6		4057.5	

Paulina Salas G.
 ING. PAULINA SALAS
 TÉCNICA LABORATORIO CEDICONS

CEDICONS
 CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

AV. LOS SAUCE MZ G LT 18 - ATE - LIMA
 9871 70820 - 32306621
 paulinasalas@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS	
PROYECTO: DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICA A BASE DE TIERRAS DE DIATOMEAS Y SU COMPARACION CON EL LADRILLO COMÚN	
LOCALIZACION DE LA MUESTRA: LIMA	ENSAYADO POR: Lcdo. Luis Torres
TIPO DE MATERIAL: ARCILLA - TIERRA DE DIATOMEA	CALCULADO POR: Ing. Paulina Salas G.
TUTOR: DR. JORGE CANTA HONORES	
ESTUDIANTE: ENRIQUE VICTOR DELFIN YRRAZABAL	
SOLICITADO POR: ESTUDIANTE	

ENSAYO: SUCCION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA	FECHA DE ENSAYO: 11/10/2021
NORMAS: NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.604	TIEMPO DE ENSAYO: 1 MIN/LADRILLO

MUESTRA 1			
LARGO (cm)	ANCHO (cm)	W seco (gr)	W húmedo (gr)
21.97	12.37	3318.2	3440.1
21.98	12.44		
21.88	12.40		

MUESTRA 2			
LARGO (cm)	ANCHO (cm)	W seco (gr)	W húmedo (gr)
21.97	12.45	3315.5	3441.0
22.06	12.41		
22.23	12.76		

MUESTRA 3			
LARGO (cm)	ANCHO (cm)	W seco (gr)	W húmedo (gr)
21.97	12.44	3285.6	3413.0
21.86	12.45		
22.01	12.50		

MUESTRA 4			
LARGO (cm)	ANCHO (cm)	W seco (gr)	W húmedo (gr)
22.05	12.55	3368.6	3495.3
22.03	12.70		
22.07	12.63		

MUESTRA 5			
LARGO (cm)	ANCHO (cm)	W seco (gr)	W húmedo (gr)
21.93	12.75	3372.5	3497.7
21.95	12.67		
21.93	12.67		

Paulina Salas G.
ING. PAULINA SALAS

TECNICA LABORATORIO CEDICONS

CEDICONS
CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

AV. LOS SAUCE MZ G LT 18 - ATE - LIMA

987170820 - 32306621

paulinasalas@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO: DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICA A BASE DE TIERRAS DE DIATOMEAS Y SU COMPARACION CON EL LADRILLO COMUN

LOCALIZACION DE LA MUESTRA: LIMA

ENSAYADO POR: Lcdo. Luis Torres

TIPO DE MATERIAL: ARCILLA - TIERRA DE DIATOMEA

CALCULADO POR: Ing. Paulina Salas G.

TUTOR: DR. JORGE CANTA HONORES

ESTUDIANTE: ENRIQUE VICTOR DELFIN YRRAZÁBAL

SOLICITADO POR: ESTUDIANTE

ENSAYO: SUCCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA

FECHA DE ENSAYO: 11/10/2021

NORMAS: NTP 331.017, NTP 398.613 Y NTP 398.604

TIEMPO DE ENSAYO: 1 MIN/LADRILLO

MUESTRA 1

LARGO (cm)	ANCHO (cm)	W seco (gr)	W húmedo (gr)
22.29	12.08	3760.0	3795.5
22.00	12.38		
22.24	12.20		

MUESTRA 2

LARGO (cm)	ANCHO (cm)	W seco (gr)	W húmedo (gr)
21.97	12.09	3716.2	3748.2
21.16	12.06		
21.92	12.15		

MUESTRA 3

LARGO (cm)	ANCHO (cm)	W seco (gr)	W húmedo (gr)
22.03	12.19	3709.8	3739.3
21.89	12.19		
21.93	12.22		

MUESTRA 4

LARGO (cm)	ANCHO (cm)	W seco (gr)	W húmedo (gr)
21.98	12.43	3730.2	3765.0
21.86	12.22		
21.98	12.43		

MUESTRA 5

LARGO (cm)	ANCHO (cm)	W seco (gr)	W húmedo (gr)
21.83	12.19	3815.7	3848.0
21.98	12.25		
21.99	12.21		

Paulina Salas G.
ING. PAULINA SALAS
TECNICA LABORATORIO CEDICONS



AV. LOS SAUCE MZ G LT 18 - ATE - LIMA
9871 70820 - 32306621
paulinasalag@yahoo.com.mx

NORMA E.070

ALBAÑILERÍA

ÍNDICE DE FÓRMULAS Y VALORES DE DISEÑO

FÓRMULA o VALOR DE DISEÑO	Artículo
Resistencia característica de la albañilería ($f_{m, k}$)	13.7
Espesor efectivo mínimo de los muros portantes (t)	19.1a
Esfuerzo axial máximo permitido en los muros portantes	19.1b
Resistencia admisible en la albañilería por carga concentrada circular o resistencia al agrietamiento	19.1c
Densidad mínima de muros reforzados	19.2b
Módulo de elasticidad de la albañilería (E_s)	24.7
Fuerza cortante admisible en los muros ante el sismo moderado	26.2
Fuerza cortante de agrietamiento diagonal o resistencia al corte (V_c)	26.3
Resistencia al corte mínima del edificio ante sismos severos	26.4
Refuerzo horizontal mínimo en muros confinados	27.1
Carga sísmica perpendicular al plano de los muros	29.6
Momento flector por carga sísmica ortogonal al plano de los muros	29.7
Esfuerzo admisible de la albañilería por flexocompresión	30.7
Esfuerzo admisible de la albañilería en tracción por flexión	30.7
Factores de seguridad contra el volteo y deslizamiento de los cercos	31.6
Resistencia de un tabique ante acciones sísmicas conlance	33.4

**CAPÍTULO 1
ASPECTOS GENERALES**

Artículo 1.- ALCANCE

1.1. Esta Norma 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 estructuradas principalmente por muros confinados y por muros armados.

1.2. Para estructuras especiales de albañilería, tales como arcos, chimeneas, muros de contención y reservorios, las exigencias de esta Norma serán satisfechas en la medida que sean aplicables.

1.3. Los sistemas de albañilería que estén fuera del alcance de esta Norma, deberán ser aprobados mediante Resolución del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento luego de ser evaluados por SENCICO.

Artículo 2.- REQUISITOS GENERALES

2.1. Las construcciones de albañilería serán diseñadas por métodos racionales basados en los principios es-

Artículo 4.- NOMENCLATURA

- A = área de corte correspondiente a la sección transversal de un muro portante.
- A_b = área bruta de la sección transversal de una columna de confinamiento.
- A_c = área de una columna de confinamiento por corte fricción.
- A_n = área del núcleo confinado de una columna desconectando los recubrimientos.
- A_v = área del acero vertical u horizontal.
- A_{vf} = área del acero vertical por corte fricción en una columna de confinamiento.
- A_{vt} = área del acero vertical por tracción en una columna de confinamiento.
- A_e = área de estribos cerrados.
- d = peralte de una columna de confinamiento (en la dirección del sismo).
- D_b = diámetro de una barra de acero.
- e = espesor bruto de un muro.
- E_c = módulo de elasticidad del concreto.
- E_s = módulo de elasticidad de la albañilería.
- f_a = resistencia característica a compresión axial de las unidades de albañilería.
- f_c = resistencia a compresión axial del concreto o del «grout» a los 28 días de edad.
- f_{cm} = resistencia característica a compresión axial de la albañilería.
- f_t = esfuerzo admisible a tracción por flexión de la albañilería.
- f_{tR} = esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo.
- G_c = módulo de corte de la albañilería.
- h = altura de entrepiso o altura del entrepiso agrietado correspondiente a un muro confinado.
- I = momento de inercia correspondiente a la sección transversal de un muro.
- L = longitud total del muro, incluyendo las columnas de confinamiento (si existiesen).
- L_m = longitud del paño mayor en un muro confinado, o $0,5 L_c$ lo que sea mayor.
- L_t = longitud tributaria de un muro transversal al que está en análisis.
- M_e = momento flector en un muro obtenido del análisis elástico ante el sismo moderado.
- M_s = momento flector en un muro producido por el sismo severo.
- N = número de pisos del edificio o número de pisos de un portico.
- N_c = número total de columnas de confinamiento. $N_c \geq 2$. Ver la Nota 1.
- P = peso total del edificio con sobrecarga reducida según se especifica en la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.
- P_s = carga gravitacional de servicio en un muro, con sobrecarga reducida.
- P_v = carga vertical de servicio en una columna de confinamiento.
- P_w = carga axial sísmica en un muro obtenida del análisis elástico ante el sismo moderado.
- P_{wm} = carga gravitacional máxima de servicio en un muro, medida con el 100% de sobrecarga.
- P_w = carga axial en un muro en condiciones de sismo severo.
- P_{wt} = carga de gravedad tributaria proveniente del muro transversal al que está en análisis.
- s = separación entre estribos, planchas, o entre refuerzos horizontales o verticales.
- S = factor de suelo especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- t = espesor efectivo del muro.
- t_n = espesor del núcleo confinado de una columna correspondiente a un muro confinado.
- U = factor de uso o importancia, especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- V_c = fuerza cortante absorbida por una columna de confinamiento ante el sismo severo.
- V_e = fuerza cortante en un muro, obtenida del análisis elástico ante el sismo moderado.
- V_{es} = fuerza cortante en el entrepiso «i» del edificio producida por el sismo severo.
- V_{ei} = fuerza cortante producida por el sismo severo en el entrepiso «i» de uno de los muros.
- V_m = resistencia al corte en el entrepiso «i» de uno de los muros.

- v_c = resistencia característica de la albañilería al corte obtenida de ensayos de muretes a compresión diagonal.
- Z = factor de zona sísmica especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- α = factor de confinamiento de la columna por acción de muros transversales.
- $\alpha = 1$, para columnas de confinamiento con dos muros transversales.
- $\alpha = 0,5$, para columnas de confinamiento sin muros transversales o con un muro transversal.
- ϕ = coeficiente de reducción de resistencia del concreto armado (ver la Nota 2).
- $\phi = 0,9$ (flexión o tracción pura).
- $\phi = 0,85$ (corte fricción o tracción combinada con corte-fricción).
- $\phi = 0,7$ (compresión, cuando se use estribos cerrados).
- $\phi = 0,75$ (compresión, cuando se use zunchos en la zona confinada).
- ρ = cuantía del acero de refuerzo = $A_v / (s \cdot l)$.
- σ = esfuerzo axial de servicio actuante en un muro = $P_v / (A_c)$.
- σ^* = $P_v / (A_c)$ = esfuerzo axial máximo en un muro.
- μ = coeficiente de fricción concreto endurecido – concreto.

Nota 1: En muros confinados de un paño sólo existen columnas extremas ($N_c = 2$); en ese caso: $L_m = L_c$.

Nota 2: El factor ϕ para los muros armados se proporciona en el Artículo 26 (26.3).

**CAPÍTULO 3
 COMPONENTES DE LA ALBAÑILERÍA**

Artículo 5.- UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

- a) Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.
- b) Las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.
- c) Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.
- d) Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días.

5.2. CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 1.

**TABLA 1
 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_c mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 5	± 6	± 4	10	4,5 (20)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	5	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)
Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,5 (20)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	5	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes
 (2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO: DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICA A BASE DE TIERRAS DE DIATOMEAS Y SU COMPARACION CON EL LADRILLO COMUN

LOCALIZACION DE LA MUESTRA: LIMA

ENSAYADO POR: Lodo, Luis Torres

TIPO DE MATERIAL: ARCILLA - TIERRA DE DIATOMEA

CALCULADO POR: Ing. Paulina Salas G.

TUTOR: DR. JORGE CANTA HONORES

ESTUDIANTE: ENRIQUE VICTOR DELFIN YRRAZÁBAL

SOLICITADO POR: ESTUDIANTE

ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLÓGICAS A BASE DE TIERRA DE DIATOMEA

FECHA DE ENSAYO: 06/10/2021

NORMAS: NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.604

TIEMPO DE ENSAYO: 5 MIN

Identificación del espécimen	Fecha de moldeo	Fecha de ensayo	Edad (días)	L (cm)	b(cm)	h(cm)	P (kg)	Mr (kg/cm ²)
Viga C.M 5%	06/01/17	06/02/17	28	45	15	15	3631	72.62
Viga C.M 5%	06/01/17	06/02/17	28	45	15	15	3230	64.60
Viga C.M 5%	06/01/17	06/02/17	28	45	15	15	3068	61.37

$Mr = 3PU/2bh^2$

En donde:

Mr: Es el módulo de rotura, en kg/cm²

P: Es la carga máxima de rotura en kg

L: Es la luz libre entre apoyos, cm.

b: Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en cm.

h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en cm.

—

Realizó el ensayo : Téc. Estívar Campos E.

Presenció el ensayo : —

Paulina Salas G.
ING. PAULINA SALAS
TECNICA LABORATORIO CEDICONS

CEDICONS
CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

AV. LOS SAUCE MZ G LT 18 - ATE - LIMA

987170820 - 32306621

paulinasalasg@yahoo.com.mx



CEDICONS

CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS

PROYECTO: DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICA A BASE DE TIERRAS DE DIATOMEAS Y SU COMPARACION CON EL LADRILLO COMUN

LOCALIZACION DE LA MUESTRA: LIMA **ENSAYADO POR:** Loto. Luis Torres

TIPO DE MATERIAL: ARCILLA - TIERRA DE DIATOMEA **CALCULADO POR:** Ing. Paulina Salas G.

TUTOR: DR. JORGE CANTA HONORES

ESTUDIANTE: ENRIQUE VICTOR DELFIN YRRAZÁBAL

SOLICITADO POR: ESTUDIANTE

ENSAYO: RESISTENCIA A LA FLEXION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA ECOLOGICAS A BASE DE TIERRA DE DIATOMEA **FECHA DE ENSAYO:** 06/10/2021

NORMAS: NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.604 **TIEMPO DE ENSAYO:** 5 MIN

Identificación del espécimen	Fecha de molde	Fecha de ensayo	Edad (Días)	L (cm)	b(cm)	h(cm)	P (kg)	Mr (kg/cm ²)
Viga C.M 5%	06/01/17	06/02/17	28	45	15	15	2631	72.62
Viga C.M 5%	06/01/17	06/02/17	28	45	15	15	3230	84.60
Viga C.M 5%	06/01/17	06/02/17	28	45	15	15	3068	81.37

$M_r = 3PL/2bh^2$

En donde:

Mr: Es el módulo de rotura, en kg/cm²

P: Es la carga máxima de rotura en kg

L: Es la luz libre entre apoyos, cm.

b: Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en cm.

h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en cm.

Realizó el ensayo : Téc. Estívar Campos E.

Presenció el ensayo : ---

Paulina Salas G.
ING. PAULINA SALAS
TECNICA LABORATORIO CEDICONS
CEDICONS
CENTRAL DE ENSAYOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

AV. LOS SAUCE MZ G LT 18 - ATE - LIMA
9871 70820 - 82906621
paulinasalasg@yahoo.com.mx

PANEL FOTOGRÁFICO





