

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para
albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomeas**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Ariana Alexandra Castro Ballena

ASESOR

Gian Franco Perez Garavito

<https://orcid.org/0000-0002-0745-8685>

Chiclayo, 2025

**Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero
para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomeas**

PRESENTADA POR

Ariana Alexandra Castro Ballena

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Justo David Pedraza Franco

PRESIDENTE

Juan Jacobo Sánchez Bautista

SECRETARIO

Gian Franco Perez Garavito

VOCAL

Dedicatoria

A Dios, por ser mi fuente de fortaleza y guía en cada paso de mi vida.

A mis padres, por su apoyo y amor incondicional, sin ellos jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora he logrado.

A mis abuelos, quienes siempre han creído en mí y han elevado sus oraciones para que mi camino esté lleno de éxito y bendiciones.

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%	22%	8%	11%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
7	Submitted to Universidad San Francisco de Quito Trabajo del estudiante	1%
8	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%

Índice

Resumen	11
Abstract	12
Introducción	13
Revisión de literatura	16
Materiales y métodos	36
Resultados y discusión	42
Conclusiones	81
Recomendaciones.....	83
Referencias	84
Anexos.....	90

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1: Afloramientos de diatomita de los depósitos del desierto de Sechura [29]	22
Ilustración 2: Estratigrafía de formación Ocucaje de diatomita [30]	22
Ilustración 3: Yacimientos en Tacna[32], [33].....	23
Ilustración 4: Cantera Pocsi[33]	23
Ilustración 5: Porcentajes por provincia.....	24
Ilustración 6: Resistencia de distintos tipos de morteros	28
Ilustración 7: Curva granulométrica.....	43
Ilustración 8: Curva de Resistencia a la compresión de cubos de mortero con cemento de albañilería (CA).....	48
Ilustración 9: Curva de Resistencia a la compresión de cubos de mortero con cemento de albañilería (CA) 95% + Diatomita 5%	49
Ilustración 10: Curva de Resistencia a la compresión de cubos de mortero con cemento de albañilería (CA) 85% + Diatomita 15%	50
Ilustración 11: Curva de Resistencia a la compresión de cubos de mortero con cemento de albañilería (CA) 75% + Diatomita 25%	51
Ilustración 12: Curva de Resistencia a la compresión de cubos de mortero con cemento de Portland tipo ICO	52
Ilustración 13: Resistencia a la compresión de cubos con distintos porcentajes.....	53
Ilustración 14: Falla de la pila N°01 Mortero patrón con cemento de albañilería	57
Ilustración 15: Falla de la pila N°02 Mortero patrón con cemento de albañilería	57
Ilustración 16: Falla de la pila N°03 Mortero patrón con cemento de albañilería	57
Ilustración 17: Falla N°04 Mortero con 95%cemento de albañilería + 5% de diatomita	58
Ilustración 18: Falla N°05 Mortero con 95%cemento de albañilería + 5% de diatomita	58
Ilustración 19: Falla N°06 Mortero con 95%cemento de albañilería + 5% de diatomita	58
Ilustración 20: Falla N°07 Mortero con 85%cemento de albañilería + 15% de diatomita	59
Ilustración 21: Falla N°08 Mortero con 85%cemento de albañilería + 15% de diatomita	59
Ilustración 22: Falla N°09 Mortero con 85%cemento de albañilería + 15% de diatomita	59
Ilustración 23: Falla N°10 Mortero con 75%cemento de albañilería + 25% de diatomita	60

Ilustración 24: Falla N°11 Mortero con 75% cemento de albañilería + 25% de diatomita	60
Ilustración 25: Falla N°12 Mortero con 75% cemento de albañilería + 25% de diatomita	60
Ilustración 26: Falla de la pila N°13 Mortero con cemento portland tipo ICO.....	61
Ilustración 27: Falla de la pila N°14 Mortero con cemento portland tipo ICO.....	61
Ilustración 28: Falla de la pila N°15 Mortero con cemento portland tipo ICO.....	61
Ilustración 29: Cantidad por tipo de fallas	62
Ilustración 30: Falla del murete N°01 Mortero patrón con cemento de albañilería.....	63
Ilustración 31: Falla del murete N°02 Mortero patrón con cemento de albañilería.....	63
Ilustración 32: Falla del murete N°03 Mortero patrón con cemento de albañilería.....	63
Ilustración 33: Falla N°04 Mortero con 95% cemento de albañilería + 5% de diatomita	64
Ilustración 34: Falla N°05 Mortero con 95% cemento de albañilería + 5% de diatomita	64
Ilustración 35: Falla N°06 Mortero con 95% cemento de albañilería + 5% de diatomita	64
Ilustración 36: Falla N°07 Mortero con 85% cemento de albañilería + 15% de diatomita	65
Ilustración 37: Falla N°08 Mortero con 85% cemento de albañilería + 15% de diatomita	65
Ilustración 38: Falla N°09 Mortero con 85% cemento de albañilería + 15% de diatomita	65
Ilustración 39: Falla N°10 Mortero con 75% cemento de albañilería + 25% de diatomita	66
Ilustración 40: Falla N°11 Mortero con 75% cemento de albañilería + 25% de diatomita	66
Ilustración 41: Falla N°12 Mortero con 75% cemento de albañilería + 25% de diatomita	66
Ilustración 42: Falla del murete N°13 Mortero con cemento portland ICO.....	67
Ilustración 43: Falla del murete N°14 Mortero con cemento portland ICO.....	67
Ilustración 44: Falla del murete N°15 Mortero con cemento portland ICO.....	67
Ilustración 45: Cantidad por tipo de fallas	68
Ilustración 46: Comparación de resultados del ensayo de Fluidez	73
Ilustración 47: Comparación de resultados del ensayo Peso Unitario del Mortero	74
Ilustración 48: Comparación de resultados del ensayo de Temperatura	74
Ilustración 49: Comparación de resultados del ensayo Resistencia a la Compresión de cubos	75
Ilustración 50: Comparación de resultados del ensayo Absorción.....	76

Ilustración 51: Comparación de resultados del ensayo Expansión por reacción Álcali-Sílice	77
Ilustración 52: Comparación de resultados del ensayo de Resistencia de Pilas.....	78
Ilustración 53: Comparación de resultados del ensayo Resistencia a la compresión Diagonal de Muretes	79
Ilustración 54: Comparación de resultados del ensayo de Adherencia por Cizalle	79
Ilustración 55: Comparación de Costos Unitarios.....	80

Lista de Tablas

Tabla 1: Comparación química de los principales yacimientos del Perú.....	24
Tabla 2: Propiedades físicas de la diatomita	25
Tabla 3: Proporciones para tipo de mortero [37]	27
Tabla 4: Granulometría de la arena	28
Tabla 5: Clasificación de unidades de albañilería	30
Tabla 6: Limitaciones en el uso para muros confinados	30
Tabla 7: Tipos de Mortero.....	30
Tabla 8: Resistencia de albañilería	34
Tabla 9: Matriz de operacionalización	37
Tabla 10: N° de muestras por ensayo.....	38
Tabla 11: Análisis de Documentos.....	38
Tabla 12: Análisis Químico de diatomita.....	39
Tabla 13: % Óptimo de adición de diatomita en sus investigaciones	40
Tabla 14: Matriz de consistencia.....	41
Tabla 15: Resultados de contenido de humedad de la Arena gruesa	42
Tabla 16: Resultado de Análisis granulométrico de la arena gruesa de la cantera La Victoria-Pátapo	42
Tabla 17: Resultados del Peso específico y absorción de la arena gruesa	43

Tabla 18: Resultados del Peso unitario de la arena gruesa.....	44
Tabla 19: Diseño de mezcla	44
Tabla 20: Variación dimensional del ladrillo	45
Tabla 21: Alabeo del ladrillo.....	45
Tabla 22: Resistencia a la compresión del ladrillo.....	46
Tabla 23: Fluidez del mortero	46
Tabla 24: Peso Unitario.....	47
Tabla 25: Temperatura	47
Tabla 26: Resistencia a la compresión de cubos de mortero con cemento de albañilería (CA)	48
Tabla 27: Resistencia a la compresión de cubos de mortero con cemento de albañilería (CA) + 5% de diatomita.....	49
Tabla 28: Resistencia a la compresión de cubos de mortero con cemento de albañilería (CA) + 15% de diatomita.....	50
Tabla 29: Resistencia a la compresión de cubos de mortero con cemento de albañilería (CA) + 25% de diatomita.....	51
Tabla 30: Resistencia a la compresión de cubos de mortero con cemento Portland ICO	52
Tabla 31: Porcentaje de absorción de agua del mortero.....	54
Tabla 32: Reactividad de Álcali sílice de mortero patrón con cemento de albañilería	55
Tabla 33: Reactividad de Álcali Sílice de Mortero con cemento de albañilería 95% + diatomita 5%	55
Tabla 34: Reactividad de Álcali Sílice de Mortero con cemento de albañilería 85% + diatomita 15%	56
Tabla 35: Reactividad de Álcali Sílice de Mortero con cemento de albañilería 75% + diatomita 25%	56
Tabla 36: Resistencia a la compresión de pilas de albañilería con mortero patrón con cemento de albañilería	57
Tabla 37: Resistencia a la compresión de pilas de albañilería con mortero 95% cemento de albañilería + 5% diatomita	58
Tabla 38: Resistencia a la compresión de pilas de albañilería con mortero 85% cemento de albañilería + 15% diatomita	59

Tabla 39: Resistencia a la compresión de pilas de albañilería con mortero 75% cemento de albañilería + 25% diatomita	60
Tabla 40: Resistencia a la compresión de pilas de albañilería con mortero de cemento portland ICO	61
Tabla 42: Módulo de elasticidad de pilas de albañilería	62
Tabla 43: Resistencia a la compresión diagonal de muretes con mortero patrón con cemento de albañilería	63
Tabla 44: Resistencia a la compresión diagonal de muretes con mortero con 95% cemento de albañilería + 5% diatomita	64
Tabla 45: Resistencia a la compresión diagonal de muretes con mortero con 85% cemento de albañilería + 15% diatomita	65
Tabla 46: Resistencia a la compresión diagonal de muretes con mortero con 75% cemento de albañilería + 25% diatomita	66
Tabla 47: Resistencia a la compresión diagonal de muretes con mortero con cemento Portland ICO	67
Tabla 49: Módulo de Corte de Muretes.....	68
Tabla 50: Resistencia a la adherencia en prismas de albañilería.....	69
Tabla 51: Costo unitario por m2 de muro con mortero patrón con cemento de albañilería.....	70
Tabla 52: Costo unitario por m2 de muro con cemento de albañilería + 5% diatomita.....	70
Tabla 53: Costo unitario por m2 de muro con cemento de albañilería + 15% diatomita.....	71
Tabla 54: Costo unitario por m2 de muro con cemento de albañilería + 25% diatomita.....	71
Tabla 55: Costo unitario por m2 de muro con mortero patrón con cemento Portland Ico.....	72

Resumen

En la actualidad, la investigación en el sector de la construcción se centra en la búsqueda de nuevos materiales con propiedades puzolánicas que puedan sustituir al cemento y mejorar sus características físico-mecánicas. Esta tesis examina la eficiencia del mortero de albañilería al reemplazar parcialmente el cemento con tierras diatomeas. El estudio aborda el problema de la baja adherencia del mortero y el uso inadecuado del cemento Portland tipo ICO en Perú en lugar de un cemento específico para albañilería. Se evaluó el mortero tanto en estado fresco como endurecido, con porcentajes de reemplazo de cemento de 5%, 15% y 25% por tierras diatomeas, siendo el 5% el que mostró los mejores resultados comparado con el mortero estándar de cemento para albañilería. En las pruebas de compresión de cubos de mortero, el reemplazo del 5% mejoró la resistencia en un 9.66%. Para la resistencia de pilas de albañilería, se observó un incremento del 5.01%, mientras que la resistencia de muretes aumentó en un 13.72%. En las pruebas de adherencia, se logró una mejora del 6.81%. En términos de durabilidad, se realizó el ensayo de expansión por reacción álcali-sílice, donde los valores más favorables se obtuvieron con el mayor porcentaje de reemplazo, reduciendo la expansión en un 72.2%. En cuanto a los costos unitarios, a mayor adición de diatomita, el costo aumenta, sin embargo el 5% se encuentra por debajo del mortero con cemento Portland Ico, por lo tanto, es conveniente adicionar 5% de diatomita al mortero puesto que no solo mejoró sus propiedades mecánicas, sino que resulta más económico a comparación del cemento Pacasmayo Rojo Ico, cemento comercial con mayor demanda para la elaboración del mortero.

Palabras clave: tierras diatomeas, mortero, resistencia a la compresión, adherencia, durabilidad

Abstract

Currently, research in the construction sector is focused on the search for new materials with pozzolanic properties that can replace cement and improve its physical-mechanical characteristics. This thesis examines the efficiency of masonry mortar by partially replacing cement with diatomaceous earth. The study addresses the problem of low mortar adhesion and the inadequate use of Portland cement type ICO in Peru instead of a specific cement for masonry. The mortar was evaluated in both fresh and hardened states, with cement replacement percentages of 5%, 15% and 25% by diatomaceous earth, being 5% the one that showed the best results compared to the standard cement mortar for masonry. In the compression tests of mortar cubes, the 5% replacement improved the strength by 9.66%. For masonry pile strength, an increase of 5.01% was observed, while wall strength increased by 13.72%. In the adhesion tests, an improvement of 6.81% was achieved. In terms of durability, the alkali-silica reaction expansion test was performed, where the most favorable values were obtained with the highest percentage of replacement, reducing expansion by 72.2%. Regarding unit costs, the higher the addition of diatomite, the higher the cost increases, however, 5% is below the mortar with Portland Ico cement, therefore, it is convenient to add 5% of diatomite to the mortar since it not only improves its mechanical properties, but it is also more economical compared to Pacasmayo Ico cement, a commercial cement with higher demand for the production of mortar.

Keywords: diatomaceous earth, mortar, compressive strength, adhesion, durability.

Introducción

El origen del uso del mortero se remonta a la época prehistórica del neolítico. [1] Civilizaciones como la egipcia asentaban sus rocas con un mortero a base de yeso con la arena como agregado en las pirámides de Guiza hace 4000 años atrás. Los griegos utilizaban mortero de cal y recubrimientos de mármol para adherir piedras como el caso del Partenón. [2] Los romanos construyeron el Panteón con un mortero de cemento puzolánico que fue creado Vitruvio, un arquitecto de Roma.[2] Ya para el siglo XIX el mortero dio un giro completamente diferente con la aparición del cemento Portland abriendo así un nuevo camino a la construcción como hoy en día la conocemos.

Actualmente, el mortero es la mezcla de cemento, agua y arena, utilizados en trabajos de albañilería. En el Perú según el Censo del año 2017 indica que 4 341 444 viviendas las cuales representan un 56.1%, han sido construidas con material noble con una tasa de crecimiento promedio anual de 3.7% [3] en las cuales se ha utilizado el mortero una mezcla clave para asentar ladrillos, así como para revestimientos y reparaciones diversas. La principal característica que el mortero busca es la adhesión, una adhesión fuerte e ideal con la unidad de albañilería.[4]

Uno de los problemas más significativos que presenta el mortero es la mala adherencia con la unidad de albañilería. [5] Para medir la adherencia de forma indirecta es necesario realizar los ensayos de compresión diagonal en muretes y pilas. [6] En el Perú la resistencia del mortero no se especifica de manera individual, sino en conjunto con las unidades de albañilería en pilas y muretes. Es conveniente que la resistencia de mortero-ladrillo sean parecidas [5] para generar fallas ideales en el caso de ensayos de pilas y en el caso de muretes una falla por tracción diagonal. Sin embargo, las fallas que presentan las pilas son de tipo frágil y las fallas en muretes fallas escalonada debido a una mala adherencia en ladrillo-mortero. O por falla por deslizamiento producido por fallar en medio de las piezas y el mortero generando un desprendimiento de una junta horizontal. [7]

Un segundo desafío es el uso del cemento Pacasmayo Forte Rojo tipo ICO, el cual es el cemento más comercial de Chiclayo para la elaboración no solo de concreto sino de mortero, a pesar de que este cemento es más conocido por su idoneidad en aplicaciones de concreto de alta resistencia. Este fenómeno se debe en gran medida al desconocimiento generalizado de la existencia y las ventajas del cemento de albañilería, una variante especialmente diseñada para la preparación de mortero. El cemento tipo ICO es ampliamente usado en la construcción peruana por su resistencia [5] y disponibilidad en el mercado, pero su uso en mortero puede no

ser la elección más eficiente. Es importante destacar que el mortero es un componente esencial en la construcción que no requiere de la misma resistencia que el concreto. A diferencia de este último, cuya principal función es soportar cargas pesadas y tensiones, el mortero se utiliza principalmente como un material de unión en la albañilería [8]. Esta diferencia en las necesidades de resistencia hace que el uso del cemento tipo ICO en mortero sea innecesario y costoso.

Otro desafío que enfrenta la industria de la construcción es la contaminación del medio ambiente por la producción del cemento, siendo el material con mayor demanda puesto que es utilizado en la elaboración de concreto y mortero. Este, es responsable de las propiedades físico-mecánicas de las estructuras. La industria del cemento tiene asociado la emisión de gases como el CO₂ el cual es el causante del calentamiento global y del efecto invernadero. Según BBC New Mundo, el cemento es el material responsable de emitir 8% de dióxido de carbono (CO₂) al ambiente en el mundo [9].

Adicionalmente, La reactividad álcali-sílice (RAS) representa una preocupante problemática en la industria de la construcción en el Perú. Esta reacción química, que ocurre entre los álcalis presentes en el cemento y la sílice reactiva en ciertos agregados, conlleva a a generar una expansión interna y a deteriorar de manera irreversible al mortero [10] En el Perú se ha identificado la presencia de canteras reactivas ubicadas en Cajamarca, Lambayeque, La Libertad, Arequipa y Loreto. [11] En Cajamarca, se realizó un estudio que ha revelado que las canteras de Río Chonta y El Gavilán muestran niveles de reactividad álcali-sílice que exceden los valores máximos permisibles (0.1%), con 0.20% de expansión, [12] lo que representa una seria amenaza para la durabilidad de las estructuras construidas con estos materiales. En Lambayeque y La Libertad se evaluó las canteras Tres Tomas, La Victoria-Pátapo y Talambo. En los resultados nos muestra que el promedio de las expansiones se mantiene por debajo del 0.1%, sin embargo, se han encontrado 1 muestra de Talambo, 5 muestras de La Victoria- Pátapo y 3 muestras en la cantera de Tres Tomas que superan este límite mínimo de 0.1% de expansión [13], subrayando la urgencia de abordar esta problemática en la región.

La sustitución del cemento de albañilería por tierras diatomeas calcinadas, que presentan características puzolánicas [14], en la elaboración de un mortero representa una prometedora alternativa para mejorar las propiedades de adhesión y durabilidad en aplicaciones de construcción. Para evaluar su eficacia, es fundamental comparar este mortero con el tradicional cemento Portland tipo ICO en pruebas que midan la adhesión, la resistencia y la durabilidad. Este análisis permitirá determinar si la diatomita puede ser una alternativa viable y sostenible para la construcción, brindando resultados comparables o incluso superiores. Según Alcívar,

Lloor & Eguez, en su investigación determinan que al adicionar 30% de diatomita la expansión por reacción álcali-sílice disminuyó, indicando que es un buen mitigante.[15] Bohórquez destiermina en su investigación que al adicionar diatomita aumenta la resistencia de la pila y además en los muretes se obtuvo una falla por tracción diagonal lo que nos indica que hubo una adherencia óptima. [16]Alvares, Zambrano & Eguez en su estudio concluyen que la sustitución de cemento por diatomita de 20% y 15% arrojó una resistencia mayor a los 20Mpa a los 28 días para ambos porcentajes estudiados, lo cual indica que mejoró su resistencia. [17]

La pregunta central de la investigación es ¿De qué manera influye reemplazar el cemento por tierras diatomeas en las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería? La hipótesis es que el reemplazo del cemento por tierras diatomeas mejora las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería.

El objetivo general es Evaluar la eficiencia de un mortero de albañilería con reemplazo parcial del cemento por tierras diatomeas en distintos porcentajes, a través de sus propiedades físico-mecánicas. Los objetivos específicos son: Analizar las propiedades del agregado fino que se empleará en el mortero mediante ensayos de laboratorio. Luego, Elaborar un diseño de mezcla para un mortero con reemplazo del cemento por tierras diatomeas en los porcentajes 0%, 5%, 15%, 25%. Después del diseño se va a Comparar las propiedades físico-mecánicas, tanto en estado fresco como endurecido, de un mortero patrón y un mortero con tierras diatomeas. Y Comparar la resistencia de pilas y muretes de albañilería, así como la adherencia del mortero en pilas, elaborados con un mortero patrón y un mortero con tierras diatomeas. Adicionalmente se va a Determinar en los ensayos de pilas y muretes de albañilería el módulo de elasticidad y módulo de corte. Y por último, Realizar un análisis comparativo de costos unitarios entre un mortero patrón y un mortero con reemplazo por tierras diatomeas

Para llevar a cabo el estudio, la investigación se ha conformado por una revisión de literatura donde se precisan antecedentes y bases teóricas que permitan comprender el tema. Seguidamente se analiza la arena gruesa mediante ensayos para establecer un diseño de mezcla para las distintas dosificaciones. Luego se realizó las muestras del mortero para evaluarlo de manera fresca y endurecida y determinar fluidez, peso unitario temperatura, resistencia a la compresión, absorción y reacción álcali-sílice. También se realizarán ensayos a las unidades de albañilería que serán usadas en los ensayos con pilas y muretes como variación dimensional, alabeo, absorción y resistencia. Después se realizaron las pilas mortero y muretes de albañilería para ser ensayadas y obtener su resistencia, adherencia y los módulos de corte y elasticidad. Los ensayos se realizarán tanto al mortero con reemplazos parciales como a un mortero patrón,

con el fin de realizar una comparativa y determinar el que presentar mejores características. Y finalmente la elaboración de una comparativa de costos unitarios. Se espera que este estudio genere datos valiosos acerca de la utilización de las tierras diatomeas como un reemplazo del cemento en la elaboración de mortero. Los hallazgos obtenidos serán beneficiosos para fomentar alternativas más respetuosas con el medio ambiente y para mejorar las propiedades físico-mecánicas.

Revisión de literatura

ANTECEDENTES

Coaguila Quico *“Evaluación del uso de diatomita proveniente de residuo de la industria cervecera como adición al cemento tipo I para la mejora de la resistencia a la compresión y carbonatación en morteros”*, 2022

En la presente investigación [18] analizó la diatomita residual, la cual fue obtenida de una industria de cervezas de la localidad de Cuzco de la empresa “Raymi” para adicionarlo al mortero en busca de mejorar la carbonatación y su resistencia. Elaboraron morteros con forma cúbica a las cuales se añadió de 5% hasta 15% aumentando en 2.5% consecutivamente, los cuales fueron curados para que sean evaluados a los 3, 7 y por último en el día 28 por medio del ensayo de resistencia. Otro ensayo realizado fue la carbonatación mediante una cámara-acelerada y por una exposición al ambiente. La dosificación óptima según la resistencia fue por la adición de 7.5% de diatomita, según la carbonatación arrojó que a mayor sea el porcentaje mejores resultados tendrá.

Rojas Calderón *“Evaluación de patologías en paredes de mampostería antes y después de adicionar diatomita al mortero, Villa María del Triunfo 2019”*, 2020

El propósito que sigue [19] es la evaluación de 3 muestras de viviendas ubicadas en Villa María del Triunfo que presentan alguna patología en la mampostería. Lo primero que se realizó es describir la mampostería (tipo), humedad y temperatura de las casas con eflorescencia las cuales representaron un 85%. Luego evaluaron como influye la adición de diatomita (10%) a muros de mampostería en comparación a una sin adición, concluyendo que la mampostería con diatomita no presenta eflorescencia a diferencia de la mampostería patrón que presentó Carbonato (56%), sodio (29%), potasio (10%) y calcio (5%). Adicionalmente se hizo un ensayo de resistencia a la compresión, y se obtuvo para 10% de diatomita se alcanzó un valor de 16.6 Mpa y sin la adición es 6.4 Mpa

F.Lachira y F.Talledo, “*Análisis de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia f'c 210 kg/cm2 incorporando diatomita, Piura 2021*”, 2021

[20] Realizó una investigación donde estudia el reemplazo de 6, 12, 18 y 24% de cemento por diatomita. Nos indica que la diatomita usada tenía presencia de 63.75% de óxido de sílice en su composición química. Realizó ensayos para determinar la resistencia a la compresión, tracción y flexión y los resultados demostraron que el 6%, porcentaje menor, presentó los mejores resultados. Para el estado fresco evaluó el peso unitario donde determinó que a mayor porcentaje de diatomita menor es el peso.

Bohorquez Aliaga “*Mejoramiento de la adherencia ladrillo-mortero en muros de albañilería en el distrito de Polobaya - Arequipa adicionando diatomita y Liparita*”, 2019

En el presente estudio [16] realizó ensayos para mejorar la característica de adherencia de las unidades mecanizadas y artesanales de albañilería con el mortero. Evaluaron 3 casos, el primero casó se asentó ladrillos con mortero sin adiciones. El segundo caso similar al anterior pero el mortero con adiciones de tierras diatomeas (5, 10 y 15%). El tercer caso la diatomita se combinó con Liparita en los mismos porcentajes de adición. Para evaluarlo se elaboraron pilas y muretes para evaluar su resistencia. En los resultados obtenidos mostró que las unidades mecanizadas obtuvieron un mejor resultado en comparación a las artesanales. Por otro lado, la mejor manera de asentar los ladrillos mecánicos fue con la adición de Liparita y Diatomita (10%) porque aumentó la resistencia y redujo costos. Y para las unidades artesanales el mejor porcentaje fue de Diatomita (10%). Añadido a ello a los ladrillos convencionales y mecánicos se le realizaron pruebas de alabeo, absorción, densidad, compresión, eflorescencia. Concluyendo que los ladrillos artesanales poseen una baja calidad comprado con las mecanizadas.

A.R.S. Macedo, et al. “*Study of the effect of diatomite on physico-mechanical properties of concrete*”, 2020.

[21] En su estudio examinó como afecta la diatomita en la producción de concreto. La diatomita utilizada demostró tener propiedades puzolánicas, con un índice de actividad puzolánica de 650 mg de Ca (OH)₂ por gramo de diatomita. A pesar de tener una estructura microscópica porosa, la adición de diatomita al hormigón no alteró significativamente su porosidad ni su capacidad de absorción de agua. La diatomita evaluada contribuyó a mejorar tanto las propiedades físicas como mecánicas del concreto. Los resultados más favorables se obtuvieron cuando se añadió un 10 % en peso de diatomita a la mezcla.

Álvarez Cedeño, Zambrano Chavarría & Eguez Álava ***“Adición de puzolana natural (diatomita) para mejorar la resistencia en mortero estructural”***, 2023

[17] Basó su estudio en examinar morteros para estructuras de tipo (M) utilizando ASTM C109 para la evaluación de su resistencia. En su evaluación se utilizó un nivel de fluidez igual para las mezclas, para la obtención de mortero trabajables y homogéneos. Los especímenes por utilizar se moldearon de 50mm x 50mm. La sustitución de cemento por diatomita fue de 20 y 15 por ciento y se evaluaron en los días 7,14,28 y 91. Los estudios a la diatomita a utilizar arrojaron que posee un contenido alto de sílice amorfa generando una buena hidratación de cemento permitiendo que la resistencia exceda los 20Mpa a los 28 días para ambos porcentajes estudiados.

Alcívar Véliz, Loor Cobeña & Eguez Álava ***“La diatomita como adición mineral a un mortero de cemento portland”***, 2023

[15] En su estudio examinó el uso de la diatomita como material sustitutorio del cemento la cual fue analizada de manera química para la obtener su fineza, densidad y superficie específica para la elaboración del mortero. Se sustituyó un 20% de cemento Portland (Tipo I) por tierras diatomeas para poder determinar su desempeño según la norma ASTM C618-17. Se determinó su resistencia en los intervalos de 1,3,7,14,28 y 90 días para identificar su reactividad puzolánica y reposición mineral. Los resultados de resistencia nos muestran que con la adición de diatomita al 20% no supera la resistencia patrón, pero es muy cercana. Pero según norma es necesario un 75% para considerarse una adición mineral al concreto y puesto que al día 3 ya presenta una puzolanidad de 80.3% este supera el mínimo y a los 28 días aumenta a un 96.0%. Adicionalmente se realizó otro ensayo para la reactividad alcalina con porcentajes de 25 y 30%. Los resultados arrojan que con el porcentaje de 25 y 30 se redujo la expansión indicando que puede moderar la reacción álcali-sílice.

Sarıdemir, M et al. ***“Mechanical and microstructural properties of calcined diatomite powder modified high strength mortars at ambient and high temperaturas”***, 2020

[22] En su investigación se dio uso a la roca diatomita, la cual se calcinó desde 650 °C aumentando 100 °C consecutivamente hasta llegar a la temperatura de 1050°. Luego fue molida para ser usada como un polvillo de diatomita calcinada (CDP) en la realización del mortero. Después de ese proceso se llevó a cabo ensayos para estudiar sus propiedades estructurales y mecánicas del mortero de resistencia alta (HSMs) modificado con CDP en temperaturas

ambientales y elevadas. Se sustituyó el cemento por CDP en porcentajes de 5,10,15 y 20 %. Se evaluaron en los días 14, 28, 56 y por último en el día 90 en una temperatura ambiente (25 °C). El mortero con reemplazo fue sometido a una temperatura desde 400 a 1000 °C en el día 56. Adicionalmente la resistencia a elevadas temperaturas se incrementó en relación con sus propiedades en estado endurecido residual. Se concluyó que los rendimientos residuales eran mayores a comparación de los que tenía 0%, ya que al añadir un 15% de reemplazo sus propiedades mecánicas fueron mejores en temperaturas tanto ambientales como elevadas.

Pavlíková et al. *“Diatomaceous Earth—Lightweight Pozzolanic Admixtures for Repair Mortars—Complex Chemical and Physical Assessment”*, 2022

[23] En su investigación tiene como objetivo la evaluación de tres tipos diferentes de tierra de diatomeas. Incluyó pruebas químicas, mineralógicas, microestructurales y físicas de las materias primas, seguidas del análisis y la caracterización de la actividad puzolánica, la reología y la evolución del calor de las pastas recién mezcladas, y la prueba de los parámetros macroestructurales y mecánicos de las muestras endurecidas de 28 y 90 días. Los resultados obtenidos demostraron el diferente comportamiento de la tierra de diatomeas investigada cuando se mezcla con agua y cemento Portland. Las diferencias en la evolución del calor, el tiempo de fraguado inicial y final, la porosidad, la densidad y los parámetros mecánicos se identificaron según composición química y de las fases, los tamaños de las partículas, la superficie específica y la morfología de las partículas de diatomeas. Sin embargo, las mezclas minerales investigadas mostraron un índice de actividad de resistencia elevado (del 92,9% al 113,6%), lo que demuestra su actividad puzolánica. Se identificaron tres factores fundamentales que afectan la contribución de la tierra de diatomeas a la resistencia mecánica de las mezclas de cemento. Estos son el efecto de relleno, la aceleración pertinente de la hidratación del OPC y la reacción puzolánica de la diatomita con los hidratos del cemento Portland. El nivel óptimo de sustitución del cemento Portland común por tierra de diatomeas para lograr el máximo aumento de la resistencia a largo plazo es de alrededor del 10% en peso, pero podría mejorarse aún más en función de las propiedades de la puzolana.

Hongru Zhang et al. *“Using diatomite as a partial replacement of cement for improving the performance of recycled aggregate concrete (RAC)-Effects and mechanism”*, 2023

[24] En su estudio propone que la diatomita puede ser usada para el mejoramiento del rendimiento del concreto de agregado reciclado (RAC). Se agregó diatomita como sustituto del

cemento Portland común (OPC), desde 0 hasta un 20%. Los datos resultantes de las pruebas muestran que tanto en la resistencia de cubos en el ensayo de impermeabilidad del RAC existe una mejora notable, siendo el 15% el más óptimo, para el cual las resistencias a la compresión y tracción por flexión a los 28 presentaron una mejora 33,9%. Las mediciones microscópicas confirmaron los efectos de nucleación y la alta reactividad puzolánica de la diatomita, ambos contribuyendo a una hidratación más completa del cemento en el RAC. También se encontró que la proporción de poros capilares grandes en el nuevo mortero se redujo al utilizar diatomita, al mismo tiempo que la porosidad promedio de la nueva zona de transición interfacial (ITZ) se hizo más pequeña. Este trabajo sugiere que la diatomita calcinada no debe ser mayor al 15%.

Ming-Gin et al. *Mechanical and thermal insulation performance of waste diatomite cement mortar*, 2023

[25] Existen muchos estudios sobre la aplicación de diatomita cruda. Sin embargo, hay pocos estudios sobre el uso de diatomita residual para sustituir el cemento en el concreto, especialmente en la literatura relacionada con las propiedades mecánicas y el aislamiento térmico. Como resultado, muchas tierras de diatomeas residuales se entierran cada año. En este estudio, se utilizó diatomita reciclada para reemplazar parte del cemento (10%, 15%, 20%, 30%, 40%) para elaborar mortero de cemento mezclado. Se realizaron diversas pruebas para determinar sus propiedades y beneficios de aislamiento térmico. Según los resultados de múltiples pruebas, la cantidad de diatomita de reemplazo aumenta la cantidad de agua de mezcla y el tiempo de fraguado. También aumentaron las tasas de pérdida de peso y contracción en los ciclos de congelación y descongelación. Sin embargo, su absorción de agua y conductividad térmica disminuyeron. La sustitución del 20% de diatomita tuvo una mayor resistencia a los 90 días. El cambio de volumen no superó el valor crítico del 0.1% especificado en las normas ASTM. Estos hallazgos indican que los resultados más prometedores (en términos de rendimiento mecánico y de aislamiento térmico) se pueden obtener en mezclas con un 20% de diatomita residual de la industria cervecera.

Aruntaş, H et al. *“The engineering performance of eco-friendly concretes containing diatomite fly ash and ground granulated blast furnace slag”*, 2022

[26] En este estudio se realizó un diseño de concreto respetuoso con el medio ambiente utilizando tres sustitutos diferentes. La diatomita y las cenizas volantes (FA) se utilizaron como sustituto en las mezclas de concreto. Los sustitutos se utilizaron en lugar del cemento en proporciones del 5, 10, 15 y 20 % en peso. Cuando se utilizó diatomita al 20 %, la consistencia

estándar del agua aumentó 1.7 veces en comparación con la mezcla de referencia. Con el aumento de la proporción de reemplazo, los tiempos de fraguado final de las pastas aumentaron. El alto contenido activo de SiO₂ de la diatomita acortó el tiempo de fraguado inicial y aumentó la resistencia a la compresión. El uso del 5 % de diatomita redujo el valor de asentamiento en un 57 % en comparación con la mezcla de referencia. Las mezclas de diatomita y FA mostraron propiedades similares a la mezcla de referencia en las pruebas de asentamiento y Ve-Be. La resistencia a la compresión a los 28 días del concreto varió entre 29.2 y 34.6 MPa. Con el aumento del tiempo de curado de las mezclas de concreto, se observaron mejoras de hasta el 50 % en la resistencia a la compresión. Especialmente en el día 180, se obtuvo una resistencia a la compresión de 44.1 MPa en las mezclas de concreto con una proporción de reemplazo del 10 %. Si bien el uso de FA en las mezclas mejoró las propiedades de abrasión, se observó el resultado opuesto en el caso de GGBFS. Se observó que las mezclas con un 5 % de FA mostraron propiedades más cercanas a la mezcla de referencia

BASES TEÓRICAS

Tierras Diatomeas

Las tierras diatomeas, también conocidas como diatomita o diatomeas son rocas sedimentarias las cuales se forma por una acumulación de algas microscópicas las cuales se convirtieron en fósil. [27]La base de su formación es el organismo llamado diatomea. Este organismo es un alga marina de tamaño microscópico unicelular. Existen más de diez mil especies que habitan en agua salada y dulce.

Poseen la característica de obtener sílice del agua. Cuando su etapa de vida culmina, estos tienden a ir a las profundidades donde da paso a la formación de un sedimento orgánico, luego pasa a descomponerse para acumularse como un caparazón silíceo que a medida que se va uniendo se convierte en un depósito de diatomita. [14]

Su composición química está conformada por SiO₂ 91.4%, Al₂ O₃ 3.8%, Fe₂ O₃ 1.9%, P₂ O₅ 0.2%, TiO₂ 0.2%, CaO 0.6%, MgO 0.2%, Na₂ O + K₂ O 1.2%.

Producción de tierras diatomeas mundialmente

La producción estimada en el mundo de tierras diatomeas en el 2017 fue de 3 000 000 de toneladas. El país más productor es EE. UU. con un 23%, luego tenemos a Republica Checa y

Dinamarca con un 15%, seguido de China el cual posee un 14%; después sigue Argentina con 7%; luego Perú con 4% y después México con 3%. [28]

Yacimientos de tierras diatomeas en el Perú

En Perú existen distintos yacimientos de tierras diatomeas ubicados en Piura, Tacna, Arequipa, Ayacucho e Ica, Moquegua y en cada uno de ellos hay uno o más yacimientos que mencionaré a continuación:

Yacimiento en Piura: Este yacimiento tiene el nombre de Bayóvar ubicado en el desierto de Piura (Sechura). Posee tierras diatomeas de origen marítimo, se estima que hay 1 000 000 000 de toneladas que fue estimado con T.M. Cheney para la minera Bayóvar (1964) y la mayoría ubicada a la cueva del Inca. [14] La diatomita Inca no posee alguna impureza, a excepción de escama de pez, hoja de alga, pero todas ya han sido fosfatadas. [29]



Ilustración 1: Afloramientos de diatomita de los depósitos del desierto de Sechura [29]

Yacimiento en Ica: Este yacimiento se denomina Ocucaje en el departamento de Ica. Su origen es marítimo y posee 200 000 000 de toneladas de diatomita.[14] En Ocucaje el color es blanquecina con tonos amarillos y grises con una resistencia deficiente a abrasión, muy porosa. No es soluble al agua en su estado original pero su nivel de absorción es $>10\%$. Su presentación es roca de poca dureza y fácil de tallar. [30]



Ilustración 2: Estratigrafía de formación Ocucaje de diatomita [30]

Yacimiento en Ayacucho: Se ubica en la provincia de Huamanga en los distritos de Quicapata, Tambillo y Moya. Se constituye por sedimento lacustre. Se estimó que existe más de 5 000 000 de toneladas. [31]

Yacimiento en Moquegua: Aquí yace una cantera llamada “La Finura” ubicada en Moquegua. Está conformado por horizontes de tierras diatomeas blanquecino y algunas diatomeas verdosas con un espesor de 2 a 4 m. Su origen es lacustre (Mioceno-Plioceno) [32]

Yacimiento en Tacna: Tacna posee dos yacimientos, el primero en la Ocurrencia Berta. Posee tierras diatomeas lacustrito. Presenta colores desde crema a gris y posee mezcla con materiales arcillosos. Su espesor es de 2.5-3 m. El segundo es la Ocurrencia Tripartito. Sus colores son blanco, gris y amarillo con consistencia terrosas y con material arcilloso. Las tierras diatomeas blancas miden 0.5m de espesor y son de origen lacustre. [32]



Ilustración 3: Yacimientos en Tacna[32], [33]

Yacimiento en Arequipa: En Arequipa contamos con muchos yacimientos como la Cantera Pocsi, Sabinan, Santa Inés 400, Luchito I los cuales cuentan con diatomeas blanquizca cremosa de dureza y peso bajo, posees estratos horizontales. Son cuencas lacustres. [33]



Ilustración 4: Cantera Pocsi[33]

Porcentajes por regiones que poseen diatomitas en Perú

La oferta potencial en el Perú de la diatomita en las regiones del Perú son muy variadas. Los porcentajes se pueden apreciar en la (Ilustración 6). Los porcentajes de esta investigación son los siguientes: Ica (2%), Cusco (2%), Piura (5%), Tacna (5%), Ica (19%), Arequipa (23%), Ayacucho (44%). [33]

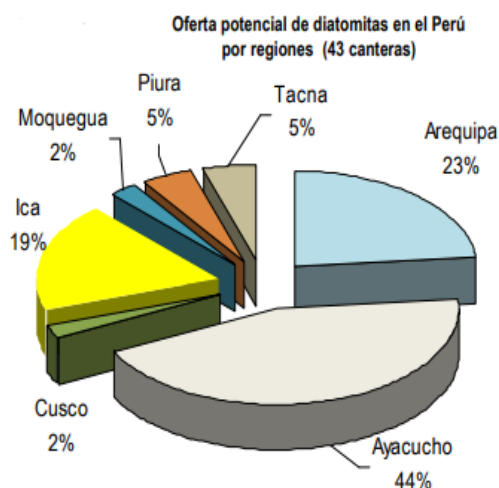


Ilustración 5: Porcentajes por provincia

Existen investigaciones sobre la diatomita en distintos yacimientos, a continuación, se puede observar una tabla resumen de estudios de componentes químicos de la diatomita en las distintas provincias del Perú.

Tabla 1: Comparación química de los principales yacimientos del Perú

ANÁLISIS QUÍMICO DE LOS PRINCIPALES YACIMIENTOS ESTUDIADOS EN EL PERÚ								
COMP.	PIU 1	PUI 2	PIU 3	PIU 4	ICA 5	ARE 6	AYA 7	TAC 8
SiO ₂ %	65,50	65,25	64,25	77,67	76,40	69,20	79,00	84,86
Al ₂ O ₃ %	2,04	2,77	5,34	3,42	6,80	5,20	7,37	1,95
Fe ₂ O ₃ %	1,25	1,35	3,62	2,05	3,30	2,20	1,17	1,38
Ca O%	9,58	7,37	4,68	2,19	2,80	4,68	0,88	1,29
Mg O%	3,29	2,02	1,90	1,40	1,30	6,50	2,01	0,60
Na ₂ O%	1,87	4,78	5,59	3,17	N.D.	1,18	0,85	0,56
K ₂ O%	0,50	0,61	1,07	0,83	N.D.	1,10	0,62	0,70
P x C%	14,75	14,26	12,99	8,44	6,80	N.D.	N.D.	7,93

1. Piura 1- Bayóvar, Sondeo B63 (Área I), Muestra A1 (Verdeja et al. 1990 b).
 2. Piura 2- Bayóvar, Estación 58 (Área III), Muestra DC4 (Verdeja et al. 1990 b).
 3. Piura 3- Bayóvar, Escarpas de Virilá.; Muestra VI (Verdeja et al. 1990 b).
 4. Piura 4 - Bayóvar, Cueva del Inca (Área III), Muestra CI-D (Verdeja et al. 1990 b).
 5. Ica 5- Cerro Tiza, (ITINTEC 1978).
 6. Arequipa 6- Tarucani, (Agramonte 1983).
 7. Ayacucho 7- Ayacucho, (Agramonte 1983).
 8. Tacna 8- Tripartito, (Sociedad Minera María de las Nieves de Tacna).
 P x C Pérdida por Calcinación.

Nota: En la presente tabla nos muestra los componentes de los yacimientos en los distintos departamentos del Perú. [34]

Propiedades físicas de la Diatomita

La diatomita tiene importantes características fisicoquímicas tales que hacen de este material, único. [14]

Tabla 2: Propiedades físicas de la diatomita

Propiedad de tierras diatomeas	
Apariencia macroscópica	fino, poroso y posee partículas irregulares (margosa)
Colores	Blanquisco, Rosado y grisáceo
Porosidad	Elevada
Volumen	poca densidad
Absorción	Elevada
Capacidad abrasiva	Ligera
Conductividad térmico-eléctrica	muy poca conductividad
Temperatura°	Elevada resistencia
Área de superficie (m ² /g)	de 10.0 a 30.0
Índice de refracción	de 1,4 a 1,46
Dureza	4,5 hasta 5,0
Químico	Elemento Inerte
Ph	de 7.0

Nota: La tabla nos presenta las distintas características físicas de la diatomita de México.[28]

La variación del color es muy importante para diferenciar el tipo de proceso de tratamiento que poseen. Cuando la diatomita presenta un color blanco brillante significa que este posee una pureza elevada. Cuando es blanca ha pasado por una calcinación con fundente, cuando es rosado ha sido calcinada y cuando presenta un color gris quiere decir que no ha sido calcinada. [28]

Cuando las tierras diatomeas han sido calcinadas, se ha eliminado la materia orgánica y todas las impurezas que están en estado puro. Ya que al eliminar la materia la durabilidad de los materiales con los que se mezcla aumenta y no se vea afectado con el tiempo.

Además, calcinarlo ayuda a que su estructura se vuelva más (cristalización), y que la absorción de agua se reduzca.[35]

Anteriormente la diatomita era considerada como un aditivo y actualmente es una adición de mineral. Según [36] las tierras diatomeas pertenece a la clase N porque es una puzolana la cual actúa como cementante. El porcentaje mínimo acumulativo de (SiO₂)+(Al₂O₃)+(Fe₂O₃) que debería contener las tierras diatomeas según la norma es de 70%

Usos de la Diatomita

El 61% de la producción en el mundo de tierras diatomeas diatomita es utilizado como filtro-ayuda, y el 39% es aplicado como agente de carga, resaltando la fabricación de plásticos y pinturas. [28]

Filtración: Sirve como filtro-ayuda para clarificar y purificar líquidos procesados químicamente por ejemplo para metalurgia, petróleo, alimentos y algunos fármacos [28] y otros adicionales como melazas, cervezas, vinos, aceite, etc. [34]

Relleno: Es un excelente material uso para rellenar, extender, revestir para distintas composiciones. De mayor importancia es usado para proteger pintura, laca, barniz, plástico, papeles, asfalto, y muchos más [28]

Aislante de sonidos y temperatura: Sirve para estructuras como ladrillo, accesorio eléctrico, bloque para construcción, cemento. Además, se puede usar como abrasor de limpieza y pulidores de metales. [34]

Agente absorbente: La diatomita es un elemento muy poroso lo cual le da la característica de absorción para pilas, líquido explosivo, insecticida, fungicida y para un catalizador. [29]

Para fabricación de otros elementos: La diatomita es usada en la producción de silicatos de calcio [29]

Albañilería

También conocida como mampostería. La norma E. 0.70 conceptualiza a la albañilería como un elemento estructural en el cual se utilizan unidades de albañilería (ladrillos) y mortero. Este último tienen la función de asentar el ladrillo. [37] La albañilería se divide en dos tipos: albañilería confinada y armada.

Mortero

Según la norma E. 0.70 define al mortero la unión de cemento con agregado fino adicionando agua para mejorar la mezcla en los aspectos de adhesividad, trabajabilidad y que no se segregue el agregado. [37] El mortero puede ser empleado para asentar ladrillos con el propósito de construir muros y también es usado para tarrajear vigas, muros, techos, columnas, etc. [8]

Clasificación del mortero para usos estructurales

Se pueden clasificar según su uso en tipo P (muros portantes) y tipo NP (no portantes) y cada una de ellas tiene su dosificación correspondiente. [37]

Tabla 3: Proporciones para tipo de mortero [37]

TABLA 4 TIPOS DE MORTERO				
COMPONENTES				USOS
TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

Cemento

Es un aglomerante hidráulico, el cual se obtiene calcinando arcilla, arenisca y rocas calizas. [38] El cemento tiene la característica de ser un polvo gris, el cual es utilizado en la construcción. Es un material muy utilizado mundialmente para realizar construcciones resistentes combinándolo con agregados, agua y aditivos. Su comercialización en Perú es de 42.5 kg por bolsa y existen distintos tipos de cementos para cada caso específico que requiera la estructura a realizar.

Tipos de Cemento

Cementos Portland

Tipo I: Se desempeña bien en construcciones generales que no necesiten alguna característica especial.

Tipo II: Este cemento al igual que el tipo I se puede utilizar para usos en general, pero a diferencia del primero esta resiste a los sulfatos de manera moderada.

Tipo III: posee la característica de tener una resistencia muy alta inicialmente.

Tipo IV: este tipo es utilizado por su característica de calor de hidratación baja.

Tipo V: Es muy parecido al tipo II, pero esta presenta una resistencia muy elevada a los sulfatos. [39]

Cemento de Albañilería

Este tipo de cemento es utilizado mayormente para trabajos generales de albañilería a base de cemento Portland y materiales como caliza o cal hidratada en sus componentes, y otros elementos adicionales para una mejora de las propiedades como trabajabilidad, fragua. [40]

Tipo M: Usado para preparar mortero tipo M sin adicionar cemento o cal hidratada [40]. Posee la mayor resistencia de los tres tipos.

Tipo N: uso en mortero tipo N sin cemento o cal hidratada, usados también para preparar mortero tipo S o M [40] es un mortero con uso general

Tipo S: uso en mortero tipo S sin adicionar cemento o cal hidratada. [40] Posee mayor adherencia que otros morteros.

Mortero	Tipo	Resistencia a la compresión promedio a los 28 días, min. MPa (lb/pulg ²)
Cemento-cal	M	17,2 (2 500)
	S	12,4 (1 800)
	N	5,2 (750)
	O	2,4 (350)
Mortero cemento	M	17,2 (2 500)
	S	12,4 (1 800)
	N	5,2 (750)
	O	2,4 (350)
Cemento de albañilería	M	17,2 (2 500)
	S	12,4 (1 800)
	N	5,2 (750)
	O	2,4 (350)

Ilustración 6: Resistencia de distintos tipos de morteros

Agregado Fino

Se utiliza es la arena gruesa. Es un es una árido proveniente de la naturaleza y cual no presenta sales ni materias orgánicas. Esta arena pasa por el tamiz de 3/8 pulgadas (9.5mm) [41]

Tabla 4: Granulometría de la arena

TABLA 3 GRANULOMETRÍA DE LA ARENA	
MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4,75 mm)	100
N° 8 (2,36 mm)	95 a 100
N° 16 (1,18 mm)	70 a 100
N° 30 (0,60 mm)	40 a 75
N° 50 (0,30 mm)	10 a 35
N° 100 (0,15 mm)	2 a 15
N° 200 (0,075 mm)	Menos de 2

Nota: Mallas con su respectivas dimensiones y porcentajes que pasan.[37]

Para ser considerada arena fina su granulometría debe ser determinada por las mallas N°4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200. Además, no debe retenerse mayor a valor de 50 % de agregado fino en 2 mallas seguidas. Su módulo de finura es se encuentra en 1,6 y 2,5. [37]

Agua

Es el elemento que al ser mezclado con el cemento y arena permite la trabajabilidad mortero e hidrata al cemento. Para poder utilizarse en la elaboración de un mortero deber cumplir los siguientes requisitos:

El agua debería ser potable (Sin impurezas, limpia, sin presencia de un mal olor, sabor o color. No debe presentar espuma a la hora de ser agitado. El agua de mar es una negativa rotunda para uso en el mortero. [8]

El agua no debe poseer sales, álcalis, materia de manera orgánica, ácido o alguna sustancia deletérea. [37]

Unidades de albañilería

La unidad puede ser de ladrillo o bloque, estos se diferencian porque el ladrillo puede ser manejado con una mano y el bloque al ser un material mucho más pesado se debe manejar con dos manos. [37] Las unidades de albañilería pueden ser de concreto, arcilla, ect. Los ladrillos más comunes para las construcciones de casa son de arcillas los cuales pueden ser usados como tabiquería y para realización de muros portantes. [8]

Los ladrillos o bloques tienen la característica de ser elementos sólidos, tubulares o presentar huecos. Y su producción se realiza por dos métodos artesanal o industrial siendo el último más confiable porque posee una mejor calidad en cuanto a sus dimensiones y resistencia. [37] La norma E.070 nos da una clasificación de 5 tipos, del I al V y se basan en la resistencia que tenga cada tipo. El ladrillo más conocido comercialmente es el ladrillo “King Kong18 huecos” como se ve en la siguiente imagen. [8]

Propiedades Físicas

Variación Dimensional: Se refiere a cómo cambian las dimensiones de un objeto o material en respuesta a cambios en la temperatura, humedad u otras condiciones ambientales. Los materiales, especialmente los sólidos, pueden expandirse (aumentar de tamaño) o contraerse (disminuir de tamaño) debido a cambios en la temperatura, y esto puede ser importante en el diseño de estructuras y componentes.

Alabeo: Es una deformación que ocurre en un objeto cuando una parte de él se curva o se tuerce con respecto al resto. Esta deformación puede deberse a tensiones internas, desigualdades en las propiedades del material o a condiciones de carga. El alabeo es especialmente relevante en materiales planos, como placas metálicas o madera contrachapada, y puede afectar la estabilidad y la funcionalidad de un objeto.

Propiedades mecánicas

Resistencia a la compresión: Capacidad de un material para aguantar cargas que buscan comprimirlo o reducir su volumen. Es importante tener en cuenta que existen 5 tipos de ladrillo según la NTP las cuales se clasifican según su variación dimensional, alabeo y resistencia. El ladrillo tipo I, II Y III son ladrillos artesanales y los ladrillos tipo IV Y V son ladrillos industriales.

Tabla 5: Clasificación de unidades de albañilería

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	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

Tabla 6: Limitaciones en el uso para muros confinados

TABLA 2 LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA MUROS CONFINADOS			
TIPO	ZONA SÍSMICA 2, 3 Y 4		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

El ladrillo sólido artesanal (Tipo I, II Y III) se utiliza en la Zona 1 como muro portante en todo el edificio. En la zona sísmica 2, 3 y 4 se puede utilizar en muro portante hasta dos pisos. El ladrillo sólido industrial (Tipo IV, V) se utiliza en la Zona 1, se puede utilizar como muro portante en todo el edificio. En la zona sísmica 2, 3 y 4 se puede utilizar en muro portante hasta más de 4 pisos.

Tabla 7: Tipos de Mortero

TABLA 4 TIPOS DE MORTERO				
TIPO	COMPONENTES			USOS
	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 ½	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

Para muros portantes se puede utilizar las dosificaciones 1:3, 1:4 y 1:5. Para muros no portantes la dosificación es de 1:6

Las unidades servirán para elaborar pilas de mortero y muretes de albañilería las cuales serán ensayadas por resistencia, incluido el ladrillo de manera individual [37]

Ensayos para Agregado Fino

Contenido de humedad

Humedad total que presenta el agregado a utilizar. Esta humedad incluye tanto la superficial como la que está en los poros. La unidad con la que se expresa el resultado es %

Definimos cuanta muestra se va a utilizar, luego secamos la muestra que se encuentran usando un horno a una temperatura de 110°C y luego volvemos a pesar la masa seca. [42]

$$C.Hum = \frac{P.húm - P.seco}{P.seco} * 100$$

Análisis granulométrico de arena gruesa

Determina como se distribuye las partículas de la arena gruesa mediante el proceso de tamizado según el tamaño de las partículas. Se trabajo con los tamices N04, N08, N16, N30, N50 y N100.

Proceso: Realizamos un cuarto de la arena gruesa y seleccionamos la muestra, luego lavamos la muestra por el tamiz N°200, lo que se retuvo lo secamos con ayuda del horno. Después esta muestra la colocamos en los tamices de manera de decreciente (desde tapa al fondo) y se procede agitar. Se anotó lo retenido en los tamices y el fondo. [43] La fórmula de módulo de fineza es:

$$M.Fineza = \frac{\sum \% Retenido acumulados}{100}$$

Peso específico del agregado fino

Es la relación que presenta la masa en aire de un volumen teniendo en cuenta tanto poros permeable como impermeable, entre la masa en el aire con el mismo volumen de agua sin gas. Seleccionamos 1 muestra de 500 gramos. Luego añadimos el agregado en la fiola y vaciamos también el agua destilada hasta llegar al menisco. Agitamos de manera manual apoyado en la mano o en alguna superficie para disminuir las burbujas visibles. Dejamos reposar 24 horas y nuevamente llenamos con agua hasta una línea en la fiola y pesamos. Luego esas muestras las depositamos en las taras para que pueda sedimentar el material y procedemos a retirar el agua

que sobra. Al final esas muestras pasan al horno por un día a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Pasado 24 horas pesamos. Calculamos la absorción y peso [44]

$$P. Espec. = \frac{P. muestra seca en aire}{P. muestra saturada superf. seca en aire - P. en agua de muestra saturada} * 100$$

Peso unitario del agregado fino

Es la densidad de masa del agregado fino a utilizar tanto de manera suelta como compactada. Pesar la probeta cilíndrica vacía y tomar sus medidas, Para el peso suelto, llenamos el molde cilíndrico con la ayuda de un cucharón hasta el tope y pesamos. Para el peso compactado, vamos a llenar el molde cilíndrico hasta un tercio del molde y chuseamos 25 veces con una varilla y golpeamos 15 veces con un martillo de goma. Después se lina y se repite el proceso con las dos siguientes capas, luego lo nivelamos con una regla metálica y pesamos. [45]

$$P. Unit = \frac{\text{Peso de partícula}}{\text{Volumen}}$$

Ensayos para mortero en estado fresco

Ensayo de fluidez de la pasta de mortero

Nos permite identificar la consistencia que presenta el mortero y poder determinar si es la ideal para pega de mampostería. El valor ideal es $110 \pm 5\%$ clasificándose como consistencia plástica.

Limpiamos y secamos la mesa de flujo. Colocamos el mortero en la mesa y compactamos 20 veces con la ayuda del instrumento pisón. Llenamos el molde con otra capa de mortero y volvemos a compactarlo. Luego medimos los diámetros del mortero. [46]

$$\%fluidez = \frac{\text{Diametro prom.} - \text{Diametro de molde}}{\text{Diametro de molde}} * 100$$

Peso unitario del mortero

Es el peso de mortero por unidad de volumen

Realizamos el mortero y depositamos en los moldes de forma de cubo. Para ellos debemos sacar el peso y volumen del molde, luego ya Pesamos el molde más el mortero y obtenemos el volumen para hallar el peso unitario. [47]

$$P. Unit = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$$

Ensayos para Mortero en estado endurecido

Resistencia a la compresión del mortero

Es la capacidad que presenta un material para resistir que lo compriman en este caso (cubos de 50*50*50 mm)

Elaborar los especímenes a estudiar para cada día de estudio. Los cubos de 50 mm por lado se curarán un día en su molde, se retiran y se sumergen en agua hasta ser ensayado. Procedemos a retirar los especímenes por día de ensayo cercano. Medimos las dimensiones del cubo. [48] El cubo es colocado en el centro bajo el bloque superior de la prensa de compresión a una a 137.66 kgf/seg

$$f'm = \frac{P \text{ (Carga máxima)}}{A \text{ (Área de la superficie)}}$$

Absorción

Es la determinación del cambio de masa del agua absorbida durante 24 horas en los espacios de poros en partículas [49]

$$\% \text{Absorción} = \frac{\text{Masa saturada 24 h} - \text{Masa secada en horno}}{\text{Masa secada en horno}} * 100$$

Durabilidad por álcali-sílice

Este ensayo permite detectar la reacción potencial perjudicial por medio del método acelerado de las combinaciones de un material cementante con agregados del mortero y así evaluar la capacidad de las puzolanas de controlar la expansión interna del mortero.

Se procede a preparar el mortero. Se curan los moldes inmediatamente después de ser llenados. Los especímenes deben permanecer en los moldes durante un período de aproximadamente 24 horas, con una tolerancia de ± 2 horas. Inmediatamente después, se realiza una lectura inicial utilizando un comparador de longitud. Se procede a sellar y ubicar los recipientes de almacenamiento al horno, a temperatura constante de 80 ± 2.0 °C durante un período de 24 h. Las barras se sacan una por una del agua y se seca la superficie cuidadosamente con una toalla, prestando específica atención a los 2 tornillos ubicados a cada extremo, se toma la lectura inicial. Cada espécimen hecho con la muestra de cada agregado se coloca en un recipiente de almacenamiento separado, que contiene suficiente solución de NaOH, a una temperatura de aproximadamente 80 ± 2 °C para que estén completamente sumergidos y se vuelve a colocar en el horno. Realizar lecturas comparativas en los especímenes periódicamente, como mínimo

3 lecturas intermedias durante un tiempo de 14 días luego de realizarse la lectura inicial, y preferiblemente a la misma hora todos los días. [50]

$$\% \text{ de expansión} = 100 (L_f - L_o)/G$$

Ensayos de mortero junto a unidades de albañilería

Resistencia a la pila de albañilería

Nos permite evaluar cómo se comporta las pilas de albañilería y cuanto es la carga máxima que resiste.

Para el ensayo se elaborará una pila de 3 unidades de albañilería. Se coloca un ladrillo, seguido de la junta no mayor a 1,5 cm En el día 28 la pila será colocado en la máquina para ensayar para obtener la resistencia de la pila de mortero (f'_m). Registramos la carga máxima y el tipo de falla. [51]

$$f'_m = \text{coef esbeltez} * \frac{\text{Carga máxima}}{\text{área}}$$

Resistencia del murete de albañilería

Nos permite evaluar cómo se comporta los muretes de albañilería y cuanta es la carga máxima que resiste

Elaboramos un murete de mín. 60x60cm. Colocaremos escuadras para carga una arriba y la otra debajo de manera céntrica en la máquina que se utilizará para ensayar. Colocamos el murete de albañilería. Aplicamos una carga continua hasta llegar a la máxima. La carga será a lo largo de la diagonal. Registrar la falla del murete y determinar su resistencia máxima [52]

$$v'_m = 0.707 * \frac{\text{Carga máxima}}{\text{área}}$$

Tabla 8: Resistencia de albañilería

TABLA 7				
RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA MPa (kg/cm ²)				
Materia Prima	Clase	UNIDAD f'_b	PILAS f'_m	MURETES v'_m
Arcilla	Clase I - Artesanal	4,9 (50)	3,4 (35)	0,50 (5,1)
	Clase II - Artesanal	6,9 (70)	3,9 (40)	0,55 (5,6)
	Clase III - Artesanal	9,3 (95)	4,6 (47)	0,64 (6,5)
	Clase IV - Industrial	12,7 (130)	6,4 (65)	0,79 (8,1)
	Clase V - Industrial	17,6 (180)	8,3 (85)	0,90 (9,2)
Concreto	Industrial portante	17,5 (178)	7,0 (71)	0,44 (4,5)
Silice-cal	Industrial portante	12,6 (129)	10,1 (103)	0,93 (9,5)

Resistencia a la Adherencia de los componentes de albañilería [53]

Es la resistencia a la tensión que presenta el mortero junto al ladrillo cuando se intenta separarlos, es decir la resistencia contra el deslizamiento por corte.

Realizaremos una pila de mortero con ladrillos y sus respectivas juntas. De los tres ladrillos, el del medio no será colocado en el mismo nivel que los otros dos, estará mucho más arriba. Luego de que el mortero haya endurecido procederá a ir a la máquina de ensayo. Aplicaremos una carga de manera uniforme en el ladrillo que se encuentra más elevado, hasta que este al nivel de los dos ladrillos. Apuntaremos los datos obtenidos.

$$Adh. = \frac{P(Carga)}{A(Area\ de\ superficie\ de\ pega)}$$

Módulo de Elasticidad en Pilas y Módulo de corte en muretes

En los ensayos de prismas y muretes se determinará El módulo de elasticidad (Em) y el módulo de corte (Gm) y para evaluar se debe considerar los siguientes valores teóricos para La unidad de albañilería cumple con la Tabla 1 del Artículo 5.2, siendo un ladrillo tipo V [37]

Resistencia a compresión en Pilas:	$f'm = 85\text{ kg/cm}^2 / 8.3\text{ Mpa}$
Resistencia al Corte Muretes:	$v'm = 9.2\text{ kg/cm}^2 / 0.9\text{ Mpa}$
Unidades de arcilla: $E_m = 500 f'm$	$E_m = 42500\text{ Kg/cm}^2 / 4150\text{ Mpa}$
Para todo tipo de unidad de albañilería: $G_m = 0,4 E_m$	$G_m = 17000\text{ kg/cm}^2 / 1660\text{ Mpa}$

Materiales y métodos

Tipo de investigación

El diseño de la investigación es experimental. Se controlan variables y se manipulan para establecer relaciones de causa y efecto. Se lleva a cabo en un entorno controlado. Las variables dependientes e independientes para estudiar se manipularán en el laboratorio para determinar los efectos que se producirá al reemplazar parcialmente el cemento por distintos porcentajes de tierras diatomeas en la elaboración del mortero.

Además, se han precisado técnicas y métodos que se usarán en los ensayos para obtener los datos requeridos de las propiedades físico-mecánicas que necesitamos del mortero y así dar respuesta a los objetivos planteados con anterioridad

Hipótesis

El reemplazo del cemento por tierras diatomeas mejora las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería

Variables y operacionalización

Variable independiente

- Tierras Diatomeas
- Diseño de mezcla
-

Variable dependiente

- Propiedades del mortero en estado fresco
- Propiedades del mortero en estado endurecido
- Propiedades del mortero en conjunto con unidades de albañilería.

Variable interviniente

- Agregado fino (arena gruesa)
- Ladrillos de arcilla

Tabla 9: Matriz de operacionalización

VARIABLE		DIMENSIÓN	INDICADOR	MEDICIÓN	NORMATIVA		
TIPO	DESCRIPCIÓN						
INDEPENDIENTE	Diatomita	Propiedades	Ficha Técnica	%	Ficha Técnica		
	Diseño de mezcla	Materiales	Agregado Fino	Balanza digital de 1g de sensibilidad	-		
			Agua	Probeta graduada de 500 ml	-		
			Cemento	Balanza digital de 1g de sensibilidad	-		
DEPENDIENTE	Mortero	Estado Fresco	Peso Unitario	kg/m ³	NTP 339.046		
			Fluidez	%	NTP 334.057		
			Temperatura	C°	NTP 339.184		
		Estado Endurecido	Resistencia a la compresión	kg/cm ²	NTP 334.051		
			Absorción de agua	%	NTP 339.187		
			Reacción álcali-sílice	%	NTP 339.235		
		Mortero con unidades de albañilería	Resistencia de Pila de mortero	kg/cm ²	NTP 399.605		
			Resistencia de murete de albañilería	kg/cm ³	NTP 399.621		
			Adherencia en pila de mortero	kg/cm ²	NCh167		
			Módulo de elasticidad y corte	Mpa	NTP 399.605 - NTP 399.621		
		INTERVINIENTE	Materiales	Características del Agregado Fino	Granulometría	%	NTP 400.012
					Contenido de humedad	%	NTP 339.185
Peso Unitario	kg/m ³				NTP 400.017		
Peso específico	kg/m ³				NTP 400.022		
Características del Ladrillo	Alabeo			mm	NTP 399.613		
	Variación de dimensión			%	NTP 399.613		
	Resistencia a la compresión			kg/cm ²	NTP 399.613		

Población, muestra y muestreo

Población

La población que será tomada son los materiales para realizar el mortero y adicionalmente la diatomita, la cual reemplazará al cemento parcialmente. También será parte de la población las unidades de albañilería de arcilla (industriales).

Muestra

Se realizaron especímenes cúbicos de 50*50*50mm para ensayo de resistencia a la compresión de cubos, prismas para resistencia de pilas y adherencia, muretes de albañilería para resistencia, barras de mortero para Álcali-sílice tanto para mortero patrón como para las tres adiciones propuestas.

Tabla 10: N° de muestras por ensayo

Día de ensayo	Ensayos	Mortero Patrón con cemento de albanilería	Mortero con cemento de albanilería con adición de diatomita			Mortero Patrón con cemento ICO
			10%	15%	25%	
7		3	3	3	3	3
14	Resistencia a la compresión del mortero	3	3	3	3	3
21		3	3	3	3	3
28		3	3	3	3	3
28	Resistencia a la pila de mortero	3	3	3	3	3
28	Resistencia del murete de albañilería	3	3	3	3	3
28	Adherencia	3	3	3	3	3
-	Reacción alcalí-slice	3	3	3	3	-
-	Absorción	3	3	3	3	3
TOTAL			132			

Muestreo

El muestro no es probabilístico, puesto que para seleccionar los elementos no tiene de como fundamento la probabilidad, sino el criterio de la persona que está investigando.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

Análisis de documentos: analizar documentos relevantes, como informes, artículos, tesis, normas para obtener datos secundarios que respalden la investigación.

Tabla 11: Análisis de Documentos

Método	Técnica	Instrumentos
Síntesis bibliográfica	Análisis de documentos	Libros Revistas Tesis Artículos de investigación Normas

Técnica Experimental: Se realizará los ensayos en laboratorio siguiendo lo especificado en la norma para determinar las propiedades físico-mecánicas tanto en estado fresco como endurecido y en conjunto con las unidades de albañilería

Instrumentos de recolección

Registro de datos y resultados: Se registran los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio en hojas de cálculo de Excel con evidencia fotográfica,

Criterios de selección

La Diatomita utilizada en este estudio es de origen lacustre y fueron tratadas por un proceso de calcinación con una temperatura mayor a 1000°C, las cuales son libre de cloruros. Estas tierras son un producto empacado y tratado desde México con la marca Celite. Los componentes de la diatomita están especificados en la ficha técnica [54]

Tabla 12: Análisis Químico de diatomita

Análisis Químico %	
SiO ₂	91.4
Al ₂ O ₃	3.8
Fe ₂ O ₃	1.9
P ₂ O ₅	0.2
TiO ₂	0.2
CaO	0.6
MgO	0.2
Na ₂ O + K ₂ O	1.2

Para la elaboración del mortero, utilizaremos el agregado fino (arena gruesa), el cual será obtenido de la cantera La Victoria-Pátapo puesto que se encuentra cercano a la zona de estudio. El cemento de a utilizar será el cemento de albañilería, Marca “NACIONAL”, el cual es el único cemento de albañilería que se comercializa en el Perú, el cual se base en la NTP 334.069 “Cementos de albañilería” y se comparará con el cemento más comercial de la ciudad de Chiclayo donde predomina el uso de cemento Pacasmayo Forte Rojo tipo ICO

Para determinar la relación de cemento se ensayó la resistencia a la compresión de cubos de mortero a los 7 días con las dosificaciones 1:3 y 1:4 para determinar la resistencia. Se seleccionó la dosificación de 1:3 para esta investigación.

Para elaborar las pruebas de resistencia de pilas en mortero y muretes se utilizará ladrillo de arcilla tipo V (industrial). Se le realizó ensayos físicos como variación dimensional y alabeo y un ensayo mecánico de resistencia a la compresión para ver si cumplen con los parámetros para el ladrillo tipo V

Respecto a la cantidad de especímenes se determinó mediante las normas de los ensayos y antecedentes, donde nos indica que el mínimo de muestras que se deben realizar son 3 unidades, por tanto, se ha trabajado con el valor indicado.

Los porcentajes con los que se ha trabajado en la presente investigación son los porcentajes de 5%, 15% y 25%. Estos porcentajes han sido elegidos basándose en los antecedentes los cuales

tienen distintos porcentajes óptimos. El primer porcentaje (5%) se eligió debido a los resultados de los tres primeros autores que se observan en la *tabla 11*. El segundo porcentaje (15%) se propuso por los resultados de los siguientes ocho autores. Y, por último, el (25%) se propuso por el ensayo de Álcali Sílice experimentado solo por el último autor.

Tabla 13: % Óptimo de adición de diatomita en sus investigaciones

AUTOR	% ÓPTIMO
Coaguila Quico [18]	7.5%
Aruntaş, H et al [26]	5%
F.Lachira y F.Talledo [20]	6%
Bohorquez Aliaga [16]	10%
A.R.S. Macedo [21]	10%
Pavlíková [23]	10%
Sarıdemir [22]	15%
Hongru Zhang et al. [24]	15%
Álvarez Cedeño et al. [17]	15%
Ming-Gin et al. [25]	20%
Álvarez Cedeño et al. [17]	20%
Alcívar Véliz [15]	25%
Alcívar Véliz [15]	30%

Procedimiento

El primer paso de la realización de este estudio fue obtener los materiales que se usarán, como el cemento de albañilería, cemento tipo ICO, el agregado fino obtenido de la Cantera La Victoria -Pátapo y la diatomita, recurso que la universidad poseía y ladrillos comprados en la ladrillera LARK.

Luego de haber obtenido todos los materiales se inició el estudio del agregado fino mediante los ensayos peso unitario y específico, contenido de humedad y granulometría, Con estos datos se procedió a realizar el diseño de mezcla con el que se realizaría todos los especímenes a ensayar. Una vez establecido las dosificaciones para el mortero patrón y con los reemplazos de diatomita al 5, 15 y 25% se inició evaluando los ensayos en estado fresco del mortero los cuales fueron, fluidez, temperatura y peso unitario. Posteriormente se evaluaron los ensayos para estado endurecido, resistencia a la compresión de cubos de mortero, álcali-sílice y absorción. Seguido se realizaron ensayos a los ladrillos como variación dimensional, alabeo y resistencia a la compresión para clasificar el ladrillo. Después se realizaron los especímenes para los ensayos de resistencia y adherencia de pilas, resistencia de muretes, los cuales fueron ensayados

a los 28 días de su elaboración. En los ensayos de resistencia de pilas se obtuvo el módulo de elasticidad y en el de muretes el módulo de corte.

Adicionalmente se realizó los costos unitarios tanto para el mortero patrón como para los reemplazos por diatomita en conjunto con los ladrillos, por metro cuadrado. Para finalizar se redactaron los resultados, discusiones y conclusiones de cada ensayo para determinar que reemplazo fue el óptimo.

Consideraciones éticas

Esta investigación utilizará todos los ensayos de laboratorio mencionados, respaldados por certificados firmados por el responsable del laboratorio, garantizando la integridad de los resultados. Se seguirá la normativa IEEE para referenciar toda la información y bibliografía utilizada. El objetivo principal dar a conocer a los profesionales involucrados en el tema el porcentaje óptimo de diatomita para mejorar las características del mortero.

Tabla 14: Matriz de consistencia

Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomeas					
Título	Objetivos	Hipótesis	Variable	Metodología	Población
Planteamiento del problema					
¿De qué manera influye en las propiedades físico-mecánicas de un mortero de albañilería reemplazar el cemento por tierras diatomeas?	<p>Objetivo General</p> <p>Evaluar la eficiencia de un mortero de albañilería con reemplazo parcial del cemento por tierras diatomeas en distintos porcentajes, a través de sus propiedades físico-mecánicas.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analizar las propiedades del agregado fino que se empleará en el mortero mediante ensayos de laboratorio.☐ - Elaborar un diseño de mezcla para un mortero con reemplazo del cemento por tierras diatomeas en los porcentajes 0%, 5%, 15%, 25% - Comparar las propiedades físico-mecánicas, tanto en estado fresco como endurecido, de un mortero patrón y un mortero con tierras diatomeas.☐ - Comparar la resistencia de pilas y muretes de albañilería, así como la adherencia del mortero en pilas, elaborados con un mortero patrón y un mortero con tierras diatomeas☐ - Determinar en los ensayos de pilas y muretes de albañilería el módulo de elasticidad y módulo de corte.☐ - Realizar un análisis comparativo de costos unitarios entre un mortero patrón y un mortero con reemplazo por tierras diatomeas 	El reemplazo del cemento por tierras diatomeas mejora las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería.	<p>Independiente</p> <p>Diatomita</p> <p>Diseño de mezcla</p> <p>Dependientes</p> <p>Propiedades físico-mecánicas del mortero</p> <p>Intervinientes</p> <p>Agregado fino</p> <p>Ladrillos</p>	<p>Tipo de Investigación:</p> <p>Aplicada</p> <p>Diseño de Investigación:</p> <p>Experimental</p>	La población que serán son los materiales para realizar el mortero y adicionalmente la diatomita, la cual reemplazará el cemento parcialmente

Resultados y discusión

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS AL AGREGADO FINO

Contenido de humedad del agregado fino

Tabla 15: Resultados de contenido de humedad de la Arena gruesa

1.- Peso de la muestra. Húmeda (g)	951.67
2.- Peso de la muestra seca (g)	943.21
3.- Cont. Humedad (%)	0.897
4.- Promedio (%)	0.897

Como resultado se obtuvo que la arena gruesa de la cantera La victoria Pátapo tiene un contenido de humedad de 0.897%

Análisis granulométrico del agregado fino

Tabla 16: Resultado de Análisis granulométrico de la arena gruesa de la cantera La Victoria-Pátapo

Malla		Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acum.	% Que Pasa	Especificaciones:	
pul.	mm						
1/2"	12.700	0.00	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	8.46	1.1	1.1	98.9	95	100
Nº 08	2.360	87.41	11.4	12.5	87.5	80	100
Nº 16	1.180	100.17	13.0	25.5	74.5	50	85
Nº 30	0.600	190.25	24.7	50.2	49.8	25	60
Nº 50	0.300	183.51	23.9	74.1	25.9	10	30
Nº 100	0.150	123.30	16.0	90.1	9.9	2	10
Fondo		76.20	9.9	100.0	0.0		
MÓDULO DE FINEZA				2.5			

En este ensayo podemos observar que el agregado de la cantera La Victoria-Pátapo presenta un módulo de fineza de 2.5

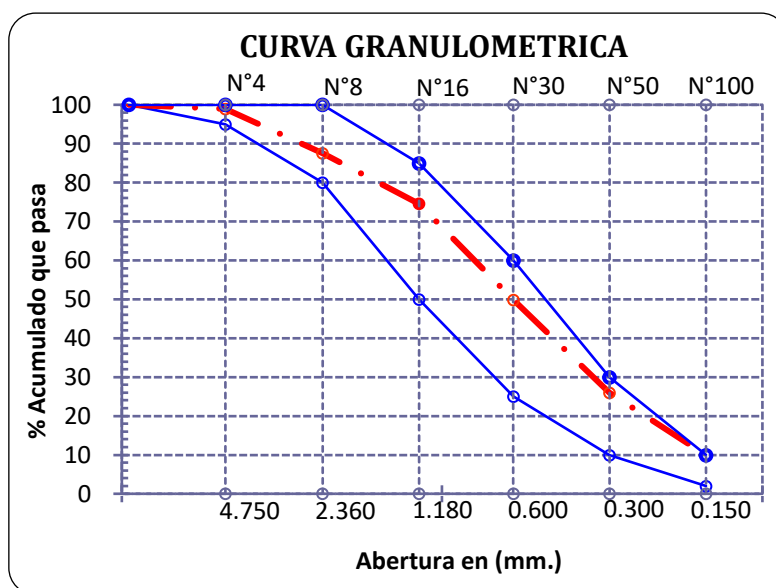


Ilustración 7: Curva granulométrica

La curva granulométrica de la muestra estudiada se encuentra dentro de los límites de la curva granulométrica por lo tanto la arena es adecuada para la elaboración del mortero.

Peso específico y absorción del agregado fino

Tabla 17: Resultados del Peso específico y absorción de la arena gruesa

1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.	g	500.0
2.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso frasco + Peso del agua.	g	956.1
3.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso del frasco.	g	643.0
4.- Peso del Agua.	g	313.1
5.- Peso del Frasco	g	143.0
6.- Peso de la Muest. secada ahorno + Peso del frasco.	g	639.5
7.- Peso de la Muest. seca en el horno.	g	496.5
8.- Volumen del frasco.	cm ³	500.0

Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE LA ARENA.	g/cm ³	2.657
B.- PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S.	g/cm ³	2.676
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	g/cm ³	2.708
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.	%	0.70

El peso específico de la arena gruesa de la cantera La Victoria-Pátapo es de 2.657 g/cm³, y tuvo un porcentaje de absorción fue de 0.7%

Peso unitario del agregado fino

Tabla 18: Resultados del Peso unitario de la arena gruesa

SUELTO		
1.- Peso de la muestra húmeda (g)	8907	8903
2.- Volumen del molde (m3)		0.00553
3.- Peso unitario suelto húmedo (kg/m3)		1609
4.- PESO UNIT. SUELTO SECO (kg/m3)		1595
COMPACTADO		
1.- Peso de la muestra húmeda (g)	9949	9955
2.- Volumen del molde (m3)		0.005534
3.- Peso unitario suelto húmedo (kg/m3)		1798
4.- PESO UNIT. COMPACTADO SECO (kg/m3)		1782

En este ensayo se obtuvo un peso suelto seco de 1595 kg/m³ y el Peso unitario compactado seco es de 1782 kgm³

DISEÑO DE MEZCLA

En la tabla número 19 podemos observar el diseño de mezcla tanto para el mortero patrón utilizando cemento de albañilería y los reemplazos de cemento de albañilería de 5%, 15% y 25% y para el mortero utilizando cemento portland tipo ICO.

Tabla 19: Diseño de mezcla

Diseño de Mezcla	Relación Agua/Material cementante	Material Cementante (MC)		Arena (kg)	Agua (l)
		Cemento (kg)	Diatomita (kg)		
Mortero patrón con cemento de albañilería marca Nacional (CA)	0.7	1.0	0.00	3.22	0.7
Mortero con CA 95% + Diatomita 5%	0.7	0.95	0.05	3.22	0.7
Mortero con CA 85% + Diatomita 15%	0.7	0.85	0.15	3.22	0.7
Mortero con CA 75% + Diatomita 25%	0.7	0.75	0.25	3.22	0.7
Mortero con cemento Portland ICO marca Pacasmayo	0.7	1.0	0.00	3.22	0.7

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

Variación de la dimensión del ladrillo

En el ensayo de variación dimensional se realizó al ladrillo marca Lark King Kong 30%, para obtener los resultados se comparó con las dimensiones brindadas en la ficha técnica del ladrillo. Su máxima variación dimensional es de 0.708 % el cual lo clasifica como tipo V.

Tabla 20: Variación dimensional del ladrillo

Muestra Nº	LARGO (l) (mm)	ANCHO (a) (mm)	ALTO (e) (mm)
1	239.11	130.30	90.15
2	239.13	131.25	90.74
3	238.88	131.50	90.71
4	239.05	130.70	90.22
5	239.03	131.36	90.76
6	238.12	130.56	90.26
7	238.78	131.07	90.94
8	241.00	130.86	90.43
9	239.08	130.73	90.12
10	238.25	130.87	90.73
PROMEDIO (mm)	239.04	130.92	90.51
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)	-0.400%	0.708%	0.562%

Alabeo del ladrillo

En el ensayo de Alabeo se realizó al ladrillo marca Lark King Kong 30%, En la cara superior se obtuvo el alabeo mayor de 1.11 el cual es cóncavo y al ser el valor máximo lo clasifica como tipo V.

Tabla 21: Alabeo del ladrillo

Muestra Nº	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
1	1.10 mm	0.00 mm	0.44 mm	0.00 mm
2	1.29 mm	0.00 mm	0.00 mm	0.42 mm
3	1.35 mm	0.00 mm	0.80 mm	0.00 mm
4	1.05 mm	0.00 mm	0.76 mm	0.00 mm
5	1.06 mm	0.00 mm	0.78 mm	0.00 mm
6	1.34 mm	0.00 mm	1.02 mm	0.00 mm
7	1.00 mm	0.00 mm	0.42 mm	0.00 mm
8	0.87 mm	0.00 mm	0.66 mm	0.00 mm
9	0.92 mm	0.00 mm	0.63 mm	0.00 mm
10	0.80 mm	0.00 mm	0.57 mm	0.00 mm
PROMEDIO	1.11 mm	0.00 mm	0.61 mm	0.05 mm

Resistencia a la compresión de la unidad de ladrillo

El ladrillo que se utilizó fue de marca Lark King Kong 30%. La resistencia a la compresión del ladrillo promedio es de 1.86 kg/cm² lo cual lo clasifica como ladrillo tipo V.

Tabla 22: Resistencia a la compresión del ladrillo

Muestra N°	LARGO	ANCHO	ÁREA TRIBUTARIA	CARGA MAX	RESISTENCIA (f' b) kg/cm ²
1	239.11	130.30	31156.36	60573.60	1.94
2	239.13	131.25	31385.16	53435.30	1.70
3	238.88	131.50	31411.11	59130.70	1.88
4	239.05	130.70	31244.43	54620.20	1.75
5	239.03	131.36	31398.32	63163.10	2.01
PROMEDIO					1.86

RESULTADOS DE ENSAYOS EN ESTADO FRESCO DEL MORTERO

Fluidez del mortero

La fluidez que se obtuvo para el mortero patrón con cemento de albañilería fue de 111.39%, para 5% de diatomita 107.03%, para 10% un valor de 94.44%, para 25% se obtuvo 80.97% y para el mortero patrón con cemento tipo ICO 110.14%.

Tabla 23: Fluidez del mortero

Descripción de la muestra	Diámetro de Inicio en mm	Diámetros mm	Promedio diámetros	% De Fluidez
Mortero patrón con cemento de albañilería marca Nacional (CA)	90	189.0	190.3	111.39
		187.0		
		192.0		
		193.0		
Mortero con cemento de albañilería + 5% diatomita	90	185.0	186.3	107.03
		187.7		
		185.0		
		187.6		
Mortero con cemento de albañilería + 15% diatomita	90	175.0	175.0	94.44
		175.1		
		175.4		
		174.5		
Mortero con cemento de albañilería + 25% diatomita	90	163.5	162.9	80.97
		165.0		
		159.0		
		164.0		
Mortero patrón con cemento portland tipo ICO	90	189	189.1	110.14
		189.5		
		188		
		190		

Peso unitario

En este ensayo se obtuvo para el mortero patrón un valor de 2312.48 kg/m³. Al sustituir el 5% de diatomita se obtuvo de 2277.44 kg/m³; con 15% de diatomita se obtuvo 2220.96 kg/m³, con 25% de diatomita es valor se redujo a 2168.64 kg/m² siendo el menor valor y por último al utilizar el cemento portland tipo ICO se obtuvo 2319.76 kg/m³ siendo el valor mayor.

Tabla 24: Peso Unitario

Descripción de la muestra	P MORTERO + RECIPIENTE (g)	RECIPIENTE (g)	VOLUMEN (cm ³)	PESO UNITARIO MORTERO (Kg/m ³)
Mortero patrón con cemento de albañilería marca Nacional (CA)	991.37	702.31	125	2312.48
Mortero con cemento de albañilería + 5% diatomita	984.71	700.03	125	2277.44
Mortero con cemento de albañilería + 15% diatomita	979.93	702.31	125	2220.96
Mortero con cemento de albañilería + 25% diatomita	971.11	700.03	125	2168.64
Mortero patrón con cemento portland tipo ICO	992.28	702.31	125	2319.76

Temperatura

El mortero patrón presentó una temperatura de 22.3 C°, el 5% de diatomea tuvo una temperatura de 20.9 C°, para el 15% 21.8 C°, para el 25% un valor de 22.1C° y para el patrón con cemento ICO 22.5°

Tabla 25: Temperatura

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Temperatura
Mortero patrón con cemento de albañilería marca Nacional (CA)	22.3°
Mortero con cemento de albañilería + 5% diatomita	20.9°
Mortero con cemento de albañilería + 15% diatomita	21.8°
Mortero con cemento de albañilería + 25% diatomita	22.1°
Mortero patrón con cemento portland tipo ICO	22.5°

RESULTADOS DE ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO DEL MORTERO

Resistencia a la compresión de cubos de albañilería

Tabla 26: Resistencia a la compresión de cubos de mortero con cemento de albañilería (CA)

Descripción de muestra	N° de muestra	Edad de la muestra	P= Carga máxima de rotura (Kg)	Largo cm	Ancho cm	A= Área de la sección transversal	f'c= Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
Mortero patrón con cemento de albañilería marca Nacional (CA)	01	7	2584	5.0	5.1	25.00	103.4	102.6
	02	7	2651	5.1	5.0	25.25	105.0	
	03	7	2487	5.0	5.0	25.00	99.5	
	04	14	3854	5.0	5.0	25.00	154.2	148.8
	05	14	3758	5.1	5.2	26.52	141.7	
	06	14	3930	5.2	5.1	26.11	150.5	
	07	21	4053	5.0	5.0	25.00	162.1	164.6
	08	21	4076	5.0	5.1	25.50	159.9	
	09	21	4384	5.1	5.0	25.50	171.9	
	10	28	4438	5.0	5.1	25.50	174.0	168.8
	11	28	4393	5.1	5.0	25.50	172.3	
	12	28	4160	5.0	5.2	26.00	160.0	

Para el mortero con cemento de albañilería (CA) en el día 7 se obtuvo 102.6 Kg/cm². El día 14 se obtuvo 148.8 Kg/cm². A los 21 días 164.6 Kg/cm² y el día 28 se obtuvo una resistencia final de 168.8 Kg/cm².

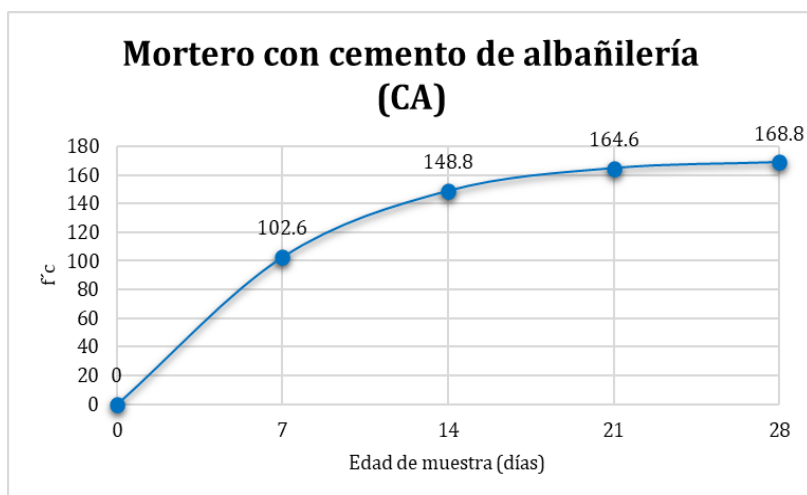


Ilustración 8: Curva de Resistencia a la compresión de cubos de mortero con cemento de albañilería (CA)

Tabla 27: Resistencia a la compresión de cubos de mortero con cemento de albañilería (CA) + 5% de diatomita

Descripción de muestra	N° de muestra	Edad de la muestra	P= Carga máxima de rotura (Kg)	Largo cm	Ancho cm	A= Área de la sección transversal	f'c= Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
Mortero con cemento de albañilería + 5% diatomita	01	7	2787	5.0	5.0	25.00	111.5	112.9
	02	7	2836	5.0	5.1	25.34	111.9	
	03	7	2885	5.0	5.0	25.00	115.4	
	04	14	3822	4.9	4.9	24.01	159.2	167.3
	05	14	4154	5.0	5.0	25.00	166.2	
	06	14	4505	5.1	5.0	25.50	176.7	
	07	21	4650	5.1	5.1	26.44	175.9	178.8
	08	21	4810	5.2	5.1	26.52	181.4	
	09	21	4616	5.1	5.0	25.75	179.3	
	10	28	4879	5.2	5.2	26.83	181.8	185.1
	11	28	4891	5.2	5.1	26.52	184.4	
	12	28	4901	5.2	5.0	25.90	189.2	

Para mortero con cemento de albañilería (CA) 95% + Diatomita 5% en el día 7 se obtuvo 112.5 Kg/cm². El día 14 se obtuvo 167.3 Kg/cm². A los 21 días 178.8 Kg/cm² y el día 28 se obtuvo una resistencia final de 185.1 Kg/cm².

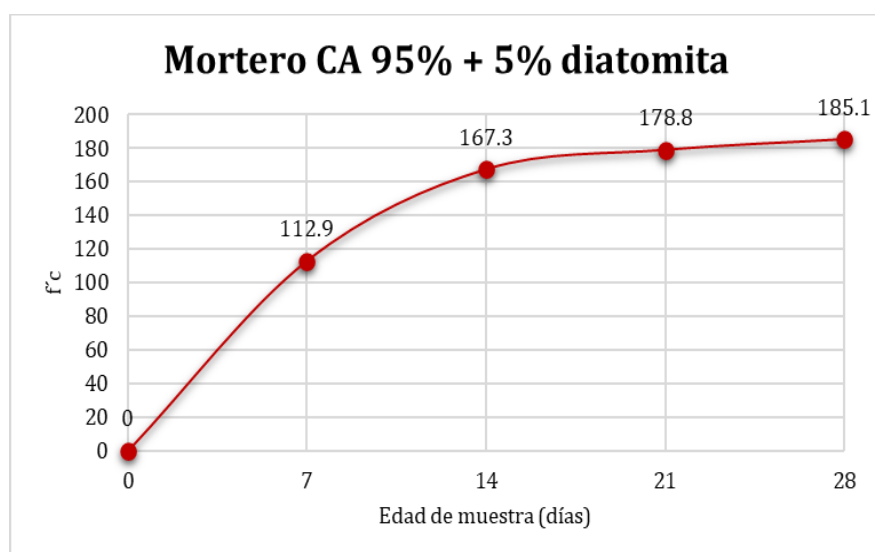


Ilustración 9: Curva de Resistencia a la compresión de cubos de mortero con cemento de albañilería (CA) 95% + Diatomita 5%

Tabla 28: Resistencia a la compresión de cubos de mortero con cemento de albañilería (CA) + 15% de diatomita

Descripción de muestra	N° de muestra	Edad de la muestra	P= Carga máxima de rotura (Kg)	Largo cm	Ancho cm	A= Área de la sección transversal	f _c = Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
Mortero con cemento de albañilería + 15% diatomita	01	7	2471	5.0	5.0	25.00	98.8	97.6
	02	7	2215	4.9	4.9	23.77	93.2	
	03	7	2626	5.1	5.1	26.04	100.8	
	04	14	3522	5.1	5.0	25.50	138.1	135.5
	05	14	3400	5.0	5.0	25.00	136.0	
	06	14	3439	5.0	5.2	26.00	132.3	
	07	21	3524	4.9	4.9	23.69	148.7	146.3
	08	21	3646	5.0	5.0	25.00	145.8	
	09	21	3613	5.0	5.0	25.00	144.5	
	10	28	3916	5.0	5.1	25.50	153.6	149.0
	11	28	3654	5.0	5.1	25.50	143.3	
	12	28	3829	5.1	5.0	25.50	150.1	

Para cubos de mortero con cemento de albañilería (CA) 85% + Diatomita 15% en el día 7 se obtuvo 97.6 Kg/cm². El día 14 obtuvo 135.5 kg/cm². A los 21 días 146.3 Kg/cm² y el día 28 días se obtuvo una resistencia final de 149 kg/cm².

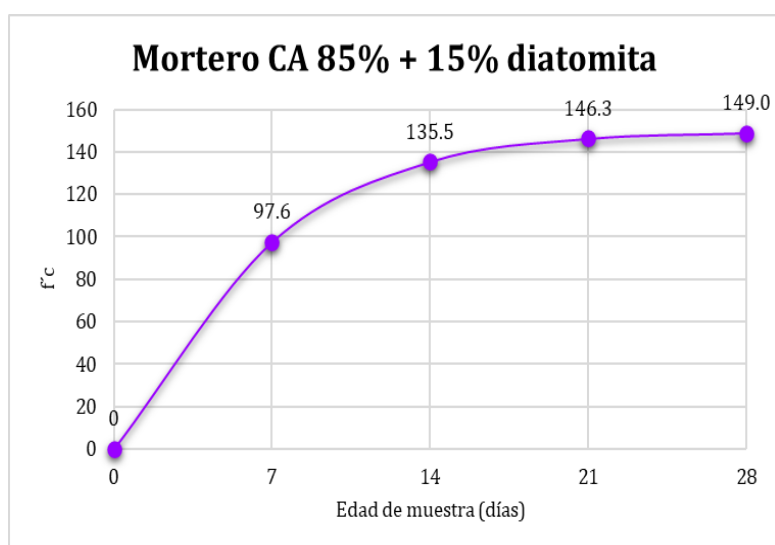


Ilustración 10: Curva de Resistencia a la compresión de cubos de mortero con cemento de albañilería (CA) 85% + Diatomita 15%

Tabla 29: Resistencia a la compresión de cubos de mortero con cemento de albañilería (CA) + 25% de diatomita

Descripción de muestra	N° de muestra	Edad de la muestra	P= Carga máxima de rotura (Kg)	Largo cm	Ancho cm	A= Área de la sección transversal	f'c= Resistencia a la Compresión (Kg/cm2)	Promedio (Kg/cm2)
Mortero con cemento de albañilería + 25% diatomita	01	7	1856	5.0	5.0	25.00	74.2	77.8
	02	7	1929	5.0	5.0	25.05	77.0	
	03	7	2024	5.0	4.9	24.61	82.2	
	04	14	2849	5.1	5.2	26.52	107.4	107.3
	05	14	2682	5.2	5.1	26.51	101.1	
	06	14	2779	5.0	4.9	24.50	113.4	
	07	21	3106	5.1	5.1	26.21	118.5	115.8
	08	21	3160	5.2	5.2	27.04	116.9	
	09	21	2914	5.2	5.0	26.00	112.1	
	10	28	3231	5.0	5.1	25.52	126.6	121.1
	11	28	3119	5.1	5.1	26.01	119.9	
	12	28	3025	5.2	5.0	25.90	116.8	

Para cubos de mortero con cemento de albañilería (CA) 75% + Diatomita 25% en el día 7 se obtuvo 77.8 Kg/cm². En el día 14 se obtuvo 107.3 Kg/cm². A los 21 días 115.8 Kg/cm² y en el día 28 se obtuvo una resistencia final de 121.1 Kg/cm².

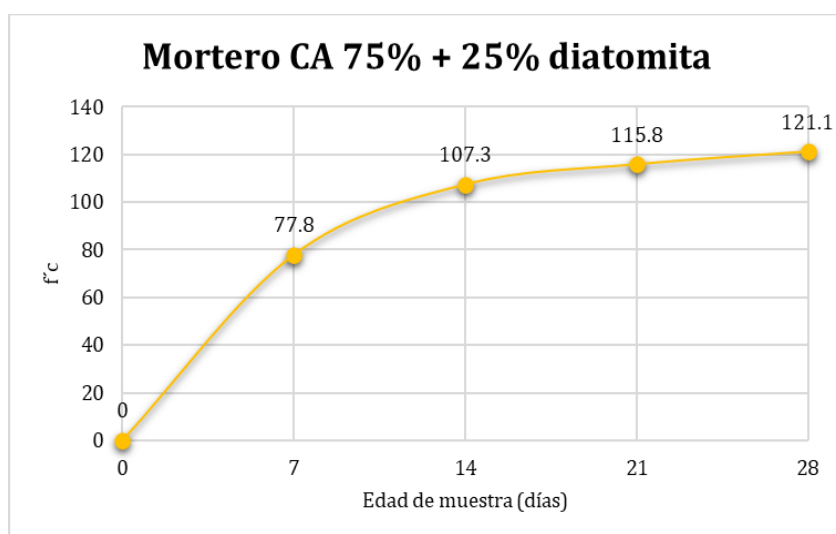


Ilustración 11: Curva de Resistencia a la compresión de cubos de mortero con cemento de albañilería (CA) 75% + Diatomita 25%

Tabla 30: Resistencia a la compresión de cubos de mortero con cemento Portland ICO

Descripción de muestra	N° de muestra	Edad de la muestra	P= Carga máxima de rotura (Kg)	Largo cm	Ancho cm	A= Área de la sección transversal	f'c= Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
Mortero patrón con cemento portland tipo ICO	01	7	2722	4.9	4.9	24.01	113.4	124.2
	02	7	3223	4.9	5.0	24.55	131.3	
	03	7	3327	5.1	5.1	26.01	127.9	
	04	14	4170	5.0	5.0	25.00	166.8	164.9
	05	14	3712	4.9	4.9	23.77	156.2	
	06	14	4210	4.9	5.0	24.50	171.8	
	07	21	4730	5.0	4.9	24.50	193.1	196.0
	08	21	5187	5.1	5.0	25.50	203.4	
	09	21	4599	4.9	4.9	24.01	191.6	
	10	28	5148	5.0	4.9	24.50	210.1	209.0
	11	28	5502	5.1	5.0	25.25	217.9	
	12	28	4976	5.0	5.0	25.00	199.0	

Para cubos de mortero con cemento Pacasmayo ICO en el día 7 se obtuvo 124.2 Kg/cm². A los 14 días se obtuvo 164.9 Kg/cm². En el día 21 196 Kg/cm² y en el día 28 se obtuvo una resistencia final de 209 Kg/cm².

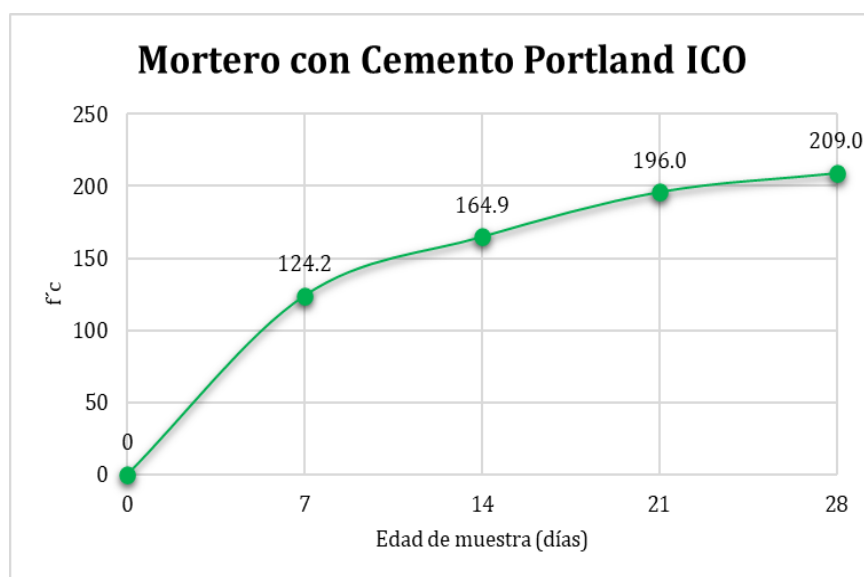


Ilustración 12: Curva de Resistencia a la compresión de cubos de mortero con cemento de Portland tipo ICO

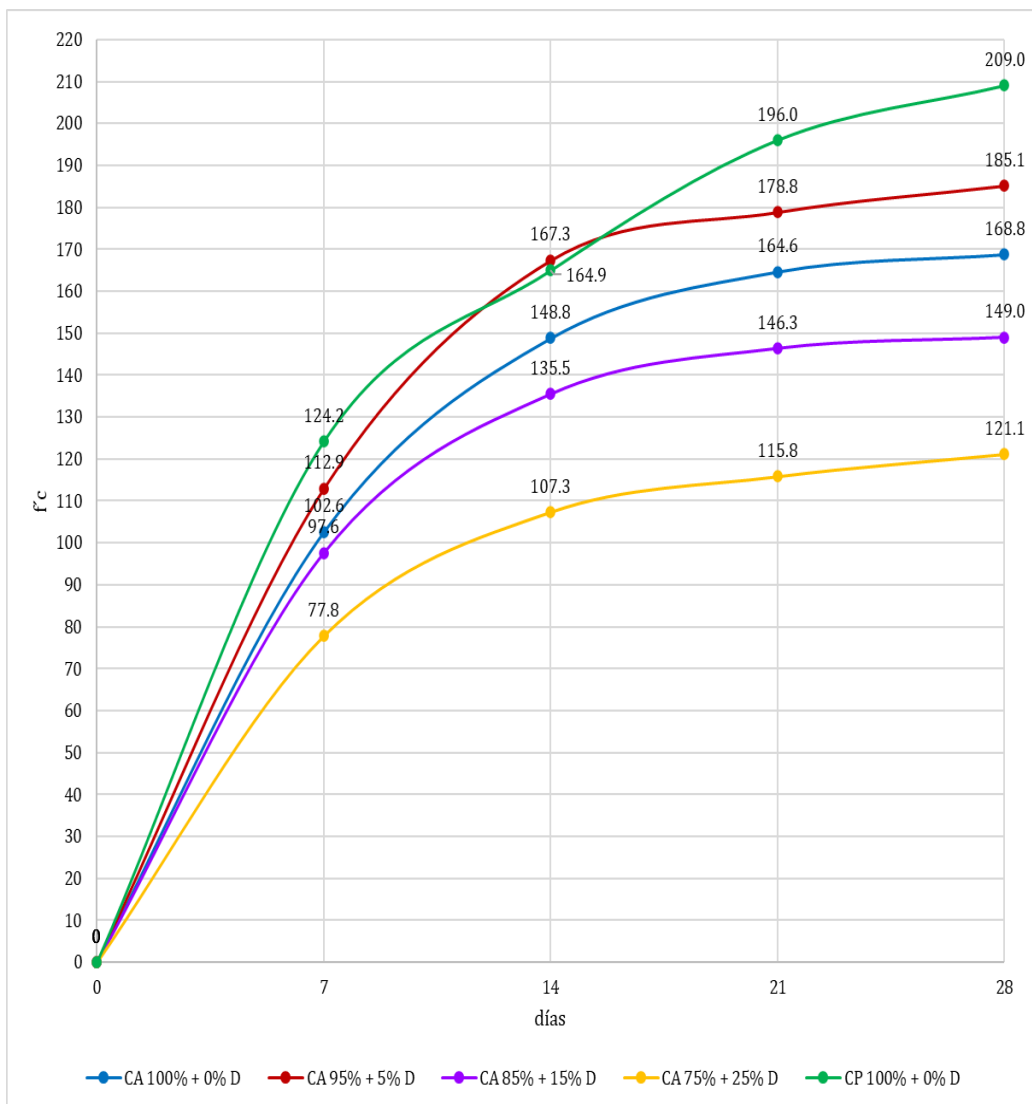


Ilustración 13: Resistencia a la compresión de cubos con distintos porcentajes

En la ilustración 18 podemos observar que la mayor resistencia la presenta el cemento Portland tipo ICO con 209 kg/cm², seguido de mortero con cemento de albañilería con 5% de diatomita con 185.1 kg/cm². Después tenemos al mortero patrón con cemento de albañilería con 168.8 kg/cm². Le sigue el de mortero con cemento de albañilería con 15% de diatomita con 149 kg/cm² y por último el mortero con cemento de albañilería con 25% de diatomita con 121.1 kg/cm²

Absorción

Los resultados del ensayo de absorción de agua del mortero patrón con cemento de albañilería tuvo un valor de 9.64%. Al sustituir el 5% de diatomita se obtuvo de 9.53%; con 15% de diatomita se obtuvo 9.91%, con 25% de diatomita 10.13% y por último al utilizar el cemento portland tipo ICO 9.45%.

Tabla 31: Porcentaje de absorción de agua del mortero

Identificación	Muestra	Peso Saturado (g)	Peso Seco (g)	Absorción (%)	Promedio
Mortero patrón con cemento de albañilería marca Nacional (CA)	01	348	318.9	9.13	9.64
	02	338.4	311.7	8.57	
	03	349.8	314.5	11.22	
Mortero con cemento de albañilería + 5% diatomita	04	346.3	314.8	10.01	9.53
	05	344.1	315.3	9.13	
	06	341.2	311.7	9.46	
Mortero con cemento de albañilería + 15% diatomita	07	336.7	306.90	9.71	9.91
	08	330.5	301.80	9.51	
	09	340.6	308.20	10.51	
Mortero con cemento de albañilería + 25% diatomita	10	322.4	293.60	9.81	10.13
	11	332.7	302.20	10.09	
	12	336.4	304.50	10.48	
Mortero patrón con cemento portland tipo ICO	13	351.4	319.20	10.09	9.45
	14	352.8	323.40	9.09	
	15	348.6	319.30	9.18	

Determinación de la reactividad potencial álcali-sílice (Durabilidad)

Los resultados del ensayo de determinación de la reactividad potencial álcali sílice para el Mortero patrón con cemento de albañilería para la M-1 fue 0.1007%, para la M-2 0.093% para M-3 0.0954%. Para un Mortero con cemento de albañilería 95% + diatomita 5% en la muestra M-4 fue 0.0435%, para la M-5 0.0467% para M-6 0.0421%. Para un Mortero con cemento de albañilería 85% + diatomita 15% en la muestra M-7 fue 0.0344%, para la M-8 0.0375% para M-9 0.0347%. Para un Mortero con cemento de albañilería 75% + diatomita 25% en la muestra M-10 fue 0.0253%, para la M-11 0.0288% para M-12 0.0263%.

Tabla 32: Reactividad de Álcali sílice de mortero patrón con cemento de albañilería

Identificación	N° de muestra	Fecha de Lectura	Edad	Lectura mm	Expansión	% de expansión	Promedio de % de Expansión
Mortero patrón con cemento de albañilería	M-1	4/03/2024	0	2.590	0	0.0000	0.0964
		7/03/2024	3	2.663	0.0730	0.0256	
		11/03/2024	7	2.743	0.1530	0.0537	
		14/03/2024	10	2.856	0.2660	0.0933	
		18/03/2024	14	2.877	0.2870	0.1007	
Mortero patrón con cemento de albañilería	M-2	4/03/2024	0	7.756	0	0.0000	
		7/03/2024	3	7.819	0.0630	0.0221	
		11/03/2024	7	7.885	0.1290	0.0453	
		14/03/2024	10	7.984	0.2280	0.0800	
		18/03/2024	14	8.021	0.2650	0.0930	
Mortero patrón con cemento de albañilería	M-3	4/03/2024	0	5.082	0	0.0000	
		7/03/2024	3	5.180	0.0980	0.0344	
		11/03/2024	7	5.239	0.1570	0.0551	
		14/03/2024	10	5.307	0.2250	0.0789	
		18/03/2024	14	5.354	0.2720	0.0954	

Tabla 33: Reactividad de Álcali Sílice de Mortero con cemento de albañilería 95% + diatomita 5%

Identificación	N° de muestra	Fecha de Lectura	Edad	Lectura mm	Expansión	% de expansión	Promedio % de Expansión
Mortero con cemento de albañilería 95% + diatomita 5%	M-4	4/03/2024	0	6.093	0	0.0000	0.0441
		7/03/2024	3	6.168	0.0750	0.0263	
		11/03/2024	7	6.184	0.0910	0.0319	
		14/03/2024	10	6.201	0.1080	0.0379	
		18/03/2024	14	6.217	0.1240	0.0435	
Mortero con cemento de albañilería 95% + diatomita 5%	M-5	4/03/2024	0	5.456	0	0.0000	
		7/03/2024	3	5.530	0.0740	0.0260	
		11/03/2024	7	5.560	0.1040	0.0365	
		14/03/2024	10	5.572	0.1160	0.0407	
		18/03/2024	14	5.589	0.1330	0.0467	
Mortero con cemento de albañilería 95% + diatomita 5%	M-6	4/03/2024	0	6.160	0	0.0000	
		7/03/2024	3	6.211	0.0510	0.0179	
		11/03/2024	7	6.232	0.0720	0.0253	
		14/03/2024	10	6.263	0.1030	0.0361	
		18/03/2024	14	6.280	0.1200	0.0421	

Tabla 34: Reactividad de Álcali Sílice de Mortero con cemento de albañilería 85% + diatomita 15%

Identificación	N° de muestra	Fecha de Lectura	Edad	Lectura mm	Expansión	% de expansión	Promedio % de Expansión
Mortero con cemento de albañilería 85% + diatomita 15%	M-7	4/03/2024	0	1.912	0	0.0000	0.0356
		7/03/2024	3	1.965	0.0530	0.0186	
		11/03/2024	7	1.983	0.0710	0.0249	
		14/03/2024	10	2.007	0.0950	0.0333	
		18/03/2024	14	2.010	0.0980	0.0344	
Mortero con cemento de albañilería 85% + diatomita 15%	M-8	4/03/2024	0	4.837	0	0.0000	
		7/03/2024	3	4.898	0.0610	0.0214	
		11/03/2024	7	4.929	0.0920	0.0323	
		14/03/2024	10	4.931	0.0940	0.0330	
		18/03/2024	14	4.944	0.1070	0.0375	
Mortero con cemento de albañilería 85% + diatomita 15%	M-9	4/03/2024	0	1.639	0	0.0000	
		7/03/2024	3	1.697	0.0580	0.0204	
		11/03/2024	7	1.715	0.0760	0.0267	
		14/03/2024	10	1.725	0.0860	0.0302	
		18/03/2024	14	1.738	0.0990	0.0347	

Tabla 35: Reactividad de Álcali Sílice de Mortero con cemento de albañilería 75% + diatomita 25%

Identificación	N° de muestra	Fecha de Lectura	Edad	Lectura mm	Expansión	% de expansión	Promedio % de Expansión
Mortero patrón con cemento de albañilería 75% + diatomita 25%	M-10	4/03/2024	0	1.199	0	0.0000	0.0268
		7/03/2024	3	1.232	0.0330	0.0116	
		11/03/2024	7	1.243	0.0440	0.0154	
		14/03/2024	10	1.251	0.0520	0.0182	
		18/03/2024	14	1.271	0.0720	0.0253	
Mortero patrón con cemento de albañilería 75% + diatomita 25%	M-11	4/03/2024	0	3.329	0	0.0000	
		7/03/2024	3	3.385	0.0560	0.0196	
		11/03/2024	7	3.399	0.0700	0.0246	
		14/03/2024	10	3.406	0.0770	0.0270	
		18/03/2024	14	3.411	0.0820	0.0288	
Mortero patrón con cemento de albañilería 75% + diatomita 25%	M-12	4/03/2024	0	3.970	0	0.0000	
		7/03/2024	3	4.014	0.0440	0.0154	
		11/03/2024	7	4.029	0.0590	0.0207	
		14/03/2024	10	4.037	0.0670	0.0235	
		18/03/2024	14	4.045	0.0750	0.0263	

RESULTADOS DE ENSAYOS DE MORTERO CON UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

Resistencia a la compresión de pilas de albañilería

Tabla 36: Resistencia a la compresión de pilas de albañilería con mortero patrón con cemento de albañilería

Descripción de la muestra	Muestra N°	Edad (días)	h (cm)	e (cm)	Relación (h/e)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Coef. De corrección	f'm (kg/cm ²)	F'm corr. (kg/cm ²)
Mortero patrón con cemento de albañilería marca Nacional (CA)	01	28	31.6	13.043	2.42	311.7	42330	1.034	135.8	140.38
	02	28	31.7	13.085	2.42	311.4	39271.8	1.034	126.1	130.37
	03	28	31.55	13.02	2.42	308.9	38511.1	1.034	124.6	128.87

Utilizando mortero patrón con CA se obtuvo un valor promedio de 133.2 kg/cm²



Ilustración 14: Falla de la pila N°01 Mortero patrón con cemento de albañilería



Ilustración 15: Falla de la pila N°02 Mortero patrón con cemento de albañilería



Ilustración 16: Falla de la pila N°03 Mortero patrón con cemento de albañilería

Tabla 37: Resistencia a la compresión de pilas de albañilería con mortero 95% cemento de albañilería + 5% diatomita

Descripción de la muestra	Muestra N°	Edad (días)	h (cm)	e (cm)	Relación (h/e)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Coef. De corrección	F'm (kg/cm ²)	F'm corr. (kg/cm ²)
Mortero con cemento de albañilería + 5% diatomita	04	28	31.85	13.01	2.45	309.8	43773.5	1.036	141.3	146.38
	05	28	31.94	13.07	2.44	312.5	41576.1	1.036	133.0	137.77
	06	28	31.79	13.05	2.44	311.2	40749.8	1.035	130.9	135.49

Para las pilas usando mortero con cemento de albañilería con 5% de diatomita se obtuvo un valor promedio de 139.9 kg/cm²



Ilustración 17: Falla N°04 Mortero con 95% cemento de albañilería + 5% de diatomita



Ilustración 18: Falla N°05 Mortero con 95% cemento de albañilería + 5% de diatomita



Ilustración 19: Falla N°06 Mortero con 95% cemento de albañilería + 5% de diatomita

Tabla 38: Resistencia a la compresión de pilas de albañilería con mortero 85% cemento de albañilería + 15% diatomita

Descripción de la muestra	Muestra N°	Edad (días)	h (cm)	e (cm)	Relación (h/e)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Coef. De corrección	F'm (kg/cm ²)	F'm corr. (kg/cm ²)
Mortero con cemento de albañilería + 15% diatomita	07	28	31.53	13.18	2.39	319.0	39107.70	1.031	122.612	126.46
	08	28	31.5	13.15	2.40	318.5	41295.90	1.032	129.66	133.76
	09	28	31.62	13.21	2.39	319.3	41045.90	1.031	128.555	132.60

Para las pilas usando mortero con cemento de albañilería con 15% de diatomita se obtuvo un valor promedio de 130.9 kg/cm²



Ilustración 20: Falla N°07 Mortero con 85% cemento de albañilería + 15% de diatomita



Ilustración 21: Falla N°08 Mortero con 85% cemento de albañilería + 15% de diatomita



Ilustración 22: Falla N°09 Mortero con 85% cemento de albañilería + 15% de diatomita

Tabla 39: Resistencia a la compresión de pilas de albañilería con mortero 75% cemento de albañilería + 25% diatomita

Descripción de la muestra	Muestra N°	Edad (días)	h (cm)	e (cm)	Relación (h/e)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Coef. De corrección	F'm (kg/cm ²)	F'm corr. (kg/cm ²)
Mortero con cemento de albañilería + 25% diatomita	10	28	31.74	13.06	2.43	312.5	35911.30	1.034	114.907	118.86
	11	28	31.6	13.07	2.42	311.1	37180.20	1.033	119.525	123.52
	12	28	31.54	13.09	2.41	311.5	38851.40	1.033	124.707	128.79

Para las pilas usando mortero con cemento de albañilería con 25% de diatomita se obtuvo un valor promedio de 123.7 kg/cm²



Ilustración 23: Falla N°10 Mortero con 75% cemento de albañilería + 25% de diatomita



Ilustración 24: Falla N°11 Mortero con 75% cemento de albañilería + 25% de diatomita



Ilustración 25: Falla N°12 Mortero con 75% cemento de albañilería + 25% de diatomita

Tabla 40: Resistencia a la compresión de pilas de albañilería con mortero de cemento portland ICO

Descripción de la muestra	Muestra N°	Edad (días)	h (cm)	e (cm)	Relación (h/e)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Coef. De corrección	F'm (kg/cm ²)	F'm corr. (kg/cm ²)
Mortero patrón con cemento portland tipo ICO	13	28	31.62	13.02	2.43	312.5	45197.80	1.034	144.638	149.61
	14	28	31.95	13.04	2.45	311.7	44355.30	1.036	142.321	147.45
	15	28	31.6	13.1	2.42	311.066	39707.1	1.033	127.648	131.91

En el ensayo de resistencia a la compresión de pilas usando mortero con cemento portland tipo ICO se obtuvo un valor promedio de 143 kg/cm²



Ilustración 26: Falla de la pila N°13 Mortero con cemento portland tipo ICO



Ilustración 27: Falla de la pila N°14 Mortero con cemento portland tipo ICO



Ilustración 28: Falla de la pila N°15 Mortero con cemento portland tipo ICO

En las pilas de mortero con cemento de albañilería con 0%, 5%, 15% y 25% de diatomita predominan las fallas por agrietamiento vertical que es la falla que se busca y también presenta por aplastamiento local de piezas. En cambio, en las pilas que se utiliza cemento portland tipo ICO si bien presentan una mayor resistencia estas presentan más fallas explosivas en el ladrillo debido a que el ladrillo usado es más débil que el mortero.

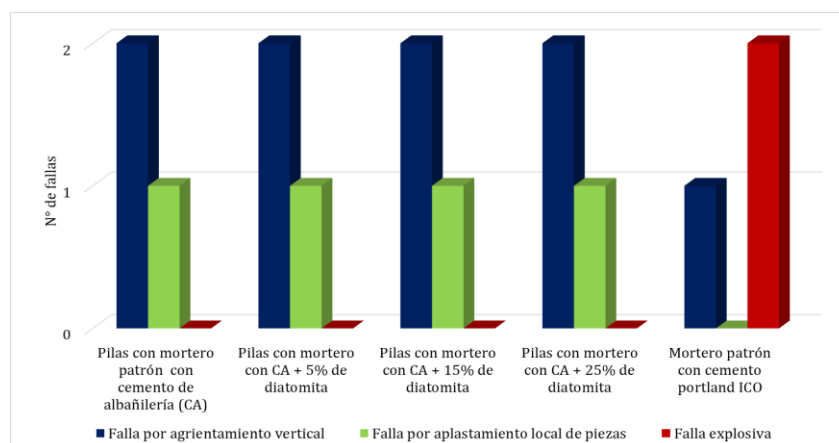


Ilustración 29: Cantidad por tipo de fallas

Módulo de Elasticidad en pilas de albañilería

Tabla 41: Módulo de elasticidad de pilas de albañilería

Descripción de la muestra	Muestra N°	P 50% (KN)	P 10% (KN)	A (mm ²)	E50%	E 20%	Li (mm)	E'm (Mpa)
Mortero patrón con cemento de albañilería marca Nacional (CA)	01	207.558	41.512	31173	0.445	0.178	239.0	4768.04
	02	192.562	38.512	31142	0.470	0.188	238.0	4174.83
	03	188.832	37.766	30896	0.380	0.152	237.3	5088.86
Mortero con cemento de albañilería + 5% diatomita	04	214.636	42.927	30977	0.430	0.172	238.1	5115.58
	05	203.861	40.772	31250	0.405	0.162	239.1	5135.02
	06	199.810	39.962	31124	0.470	0.188	238.5	4343.57
Mortero con cemento de albañilería + 15% diatomita	07	191.758	38.352	31896	0.440	0.176	242.0	4408.83
	08	202.487	40.497	31849	0.460	0.184	242.2	4463.27
	09	201.261	40.252	31929	0.425	0.170	241.7	4779.77
Mortero con cemento de albañilería + 25% diatomita	10	176.085	35.217	31253	0.390	0.156	239.3	4609.49
	11	182.307	36.461	31133	0.420	0.168	238.2	4428.09
	12	190.501	38.100	31154	0.385	0.154	238.0	5040.06
Mortero patrón con cemento portland tipo ICO	13	221.620	44.324	31249	0.545	0.218	240.1	4165.87
	14	217.488	43.498	31179	0.515	0.206	239.1	4318.07
	15	194.697	38.939	31094	0.395	0.158	237.9	5028.34

En el ensayo de pilas se obtuvo el módulo de elasticidad de cada pila realizada, la norma [37] nos indica que el módulo de elasticidad (E_m) teórico debe ser $E_m = 500 f' m$ (4150), y los módulos de elasticidad prácticos obtenidos superan el valor.

Resistencia a la compresión diagonal de muretes

Tabla 42: Resistencia a la compresión diagonal de muretes con mortero patrón con cemento de albañilería

Identificación	Muestra N°	Fecha de asentado	Fecha de ensayo	Edad	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (Kg/cm ²)
Mortero patrón con cemento de albañilería	1	20/10/2023	17/11/2023	28	609	612	132	80123	119916	1.06	10.79
	2	20/10/2023	17/11/2023	28	614	609	131	80373	145600	1.28	13.06
	3	20/10/2023	17/11/2023	28	620	608	130	80597	166898	1.46	14.93

En el ensayo de resistencia a la compresión diagonal en muretes usando mortero patrón con cemento de albañilería se obtuvo un valor promedio de 12.926kg/cm²



Ilustración 30: Falla del murete N°01 Mortero patrón con cemento de albañilería



Ilustración 31: Falla del murete N°02 Mortero patrón con cemento de albañilería



Ilustración 32: Falla del murete N°03 Mortero patrón con cemento de albañilería

Tabla 43: Resistencia a la compresión diagonal de muretes con mortero con 95% cemento de albañilería + 5% diatomita

Identificación	Muestra N°	Fecha de asentado	Fecha de ensayo	Edad	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (Kg/cm ²)
Mortero con cemento de albañilería 95% + diatomita 5%	4	20/10/2023	17/11/2023	28	602.0	603.0	131.0	78802	169615	1.52	15.52
	5	20/10/2023	17/11/2023	28	602.0	608.0	132.0	79171	163484	1.46	14.89
	6	20/10/2023	17/11/2023	28	603.0	604.0	131.0	78934	149132	1.34	13.62

Para los muretes usando mortero patrón con cemento de albañilería se obtuvo un valor promedio de 14.67kg/cm²



Ilustración 33: Falla N°04 Mortero con 95% cemento de albañilería + 5% de diatomita



Ilustración 34: Falla N°05 Mortero con 95% cemento de albañilería + 5% de diatomita



Ilustración 35: Falla N°06 Mortero con 95% cemento de albañilería + 5% de diatomita

Tabla 44: Resistencia a la compresión diagonal de muretes con mortero con 85% cemento de albañilería + 15% diatomita

Identificación	Muestra N°	Fecha de asentado	Fecha de ensayo	Edad	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (Kg/cm ²)
Mortero con cemento de albañilería 85% + diatomita 15%	7	20/10/2023	17/11/2023	28	623	623	132	81964	176305	1.52	15.51
	8	20/10/2023	17/11/2023	28	604	602	132	79534	164906	1.47	14.95
	9	20/10/2023	17/11/2023	28	614	620	131	80732	118985	1.04	10.63

Para los muretes usando mortero patrón con cemento de albañilería se obtuvo un valor promedio de 13.69 kg/cm²



Ilustración 36: Falla N°07 Mortero con 85% cemento de albañilería + 15% de diatomita



Ilustración 37: Falla N°08 Mortero con 85% cemento de albañilería + 15% de diatomita



Ilustración 38: Falla N°09 Mortero con 85% cemento de albañilería + 15% de diatomita

Tabla 45: Resistencia a la compresión diagonal de muretes con mortero con 75% cemento de albañilería + 25% diatomita

Identificación	Muestra N°	Fecha de asentado	Fecha de ensayo	Edad	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (Kg/cm ²)
Mortero con cemento de albañilería 75% + diatomita 25%	10	20/10/2023	17/11/2023	28	605	603	131	79497	131111	1.17	11.89
	11	20/10/2023	17/11/2023	28	605	609	131	79303	116553	1.04	10.60
	12	20/10/2023	17/11/2023	28	606	608	131	79302	117965	1.05	10.72

Para los muretes usando mortero patrón con cemento de albañilería se obtuvo un valor promedio de 11.07 kg/cm²



Ilustración 39: Falla N°10 Mortero con 75% cemento de albañilería + 25% de diatomita



Ilustración 40: Falla N°11 Mortero con 75% cemento de albañilería + 25% de diatomita



Ilustración 41: Falla N°12 Mortero con 75% cemento de albañilería + 25% de diatomita

Tabla 46: Resistencia a la compresión diagonal de muretes con mortero con cemento Portland ICO

Identificación	Muestra N°	Fecha de asentado	Fecha de ensayo	Edad	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (Kg/cm ²)
Mortero con cemento portland ICO	13	20/10/2023	17/11/2023	28	600	604	130	78103	131611	1.19	12.15
	14	20/10/2023	17/11/2023	28	603	601	130	78663	124597	1.12	11.42
	15	20/10/2023	17/11/2023	28	604	604	130	78662	145845	1.31	13.37

Para los muretes usando mortero patrón con cemento de albañilería se obtuvo un valor promedio de 12.31 kg/cm²



Ilustración 42: Falla del murete N°13 Mortero con cemento portland ICO



Ilustración 43: Falla del murete N°14 Mortero con cemento portland ICO



Ilustración 44: Falla del murete N°15 Mortero con cemento portland ICO

En los muretes de mortero con cemento de albañilería con 0%, 5%, de diatomita predominan las fallas tracción diagonal que es la falla que se busca obtener. En cambio, en las pilas con 15%, 25% y cemento portland tipo ICO predomina la falla escalonada.

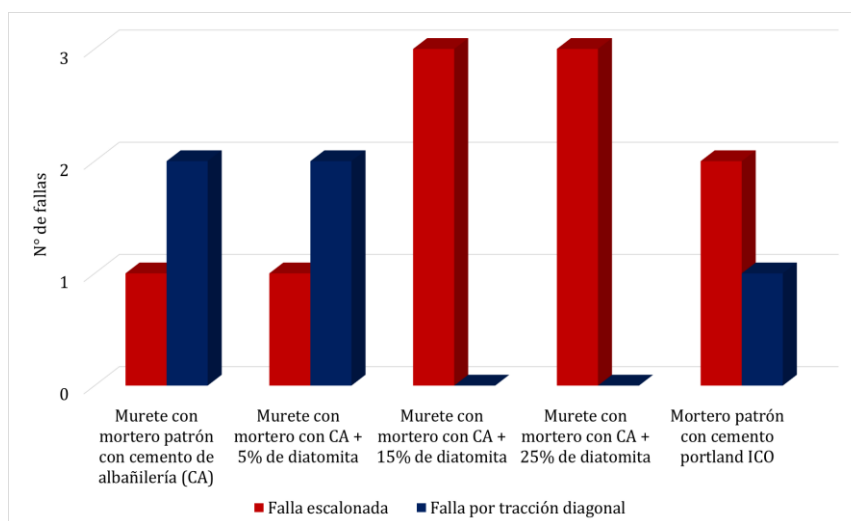


Ilustración 45: Cantidad por tipo de fallas

Módulo de corte en muretes

Tabla 47: Módulo de Corte de Muretes

Identificación	Muestras	P 50%	P 20%	A	EV50%	EV 20%	EH50%	EH 20%	Li V	Li H	G´m (Mpa)
Mortero patrón con cemento de albañilería	M-1	59.96	23.98	80300.5	0.186	0.074	0.059	0.023	609.3	612.0	1866.51
	M-2	72.80	29.12	80071.5	0.215	0.086	0.062	0.025	614.0	609.4	2011.91
	M-3	83.45	33.38	79848.9	0.199	0.079	0.086	0.034	619.5	608.0	2262.74
Mortero con cemento de albañilería 95% + diatomita 5%	M-4	84.81	33.92	78893.4	0.237	0.095	0.105	0.042	602.0	603.4	1896.31
	M-5	81.74	32.70	79558.8	0.246	0.098	0.065	0.026	601.6	607.5	1994.74
	M-6	74.57	29.83	78972.6	0.211	0.084	0.076	0.030	603.0	603.6	1987.82
Mortero con cemento de albañilería 85% + diatomita 15%	M-7	88.15	35.26	81928.9	0.256	0.102	0.090	0.036	623.4	622.7	1937.96
	M-8	82.45	32.98	78792.5	0.186	0.074	0.080	0.032	603.9	601.8	2377.75
	M-9	59.49	23.80	78650.2	0.180	0.072	0.102	0.041	604.5	600.9	1617.91
Mortero con cemento de albañilería 75% + diatomita 25%	M-10	65.56	26.22	79365.6	0.162	0.065	0.110	0.044	605.0	603.0	1834.77
	M-11	58.28	23.31	79572.1	0.159	0.064	0.071	0.028	605.0	609.1	1934.66
	M-12	58.98	23.59	79439.5	0.190	0.076	0.090	0.036	606.1	608.2	1609.00
Mortero con cemento portland ICO	M-13	65.81	26.32	79345.8	0.188	0.075	0.088	0.035	606.0	604.0	1822.34
	M-14	62.30	24.92	79779.0	0.191	0.076	0.069	0.028	603.2	611.0	1817.82
	M-15	72.92	29.17	79909.2	0.155	0.062	0.115	0.046	607.7	609.5	2056.54

En el ensayo el ensayo de muertes se obtuvo el módulo de corte de cada murete realizado, la norma [37] nos indica que el módulo de corte (Gm) teórico debe ser $Gm = 0.4 E_m$ (1660), y los módulos de corte prácticos obtenidos superan el valor.

Resistencia a la adherencia en prisma de albañilería

Tabla 48: Resistencia a la adherencia en prismas de albañilería

Muestra N°	Descripción de muestra	Edad (Días)	L (cm)	A (cm)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Esfuerzo de compresión a la adherencia (kg/cm ²)
01	Mortero patrón con cemento de albañilería marca Nacional (CA)	28	12.09	13.10	316.76	1980.1	6.25
02		28	12.10	13.20	319.44	1870.5	5.86
03		28	12.02	13.24	318.29	2066.4	6.49
04	Mortero con cemento de albañilería + 5% diatomita	28	12.01	13.07	313.94	2097.3	6.68
05		28	12.11	13.01	315.10	2145.7	6.81
06		28	12.05	13.04	314.26	2003.50	6.38
07	Mortero con cemento de albañilería + 15% diatomita	28	12.03	13.07	314.46	1658.6	5.27
08		28	12.08	13.02	314.56	1942.7	6.18
09		28	12.03	13.05	313.98	1708.7	5.44
10	Mortero con cemento de albañilería + 25% diatomita	28	12.04	13.01	313.28	1306.2	4.17
11		28	12.08	13.03	314.80	1387.6	4.41
12		28	12.02	13.10	314.92	1118.6	3.55
13	Mortero patrón con cemento portland tipo ICO	28	12.16	13.19	320.78	1734.7	5.41
14		28	12.07	13.05	315.03	1834.1	5.82
15		28	12.10	13.17	318.66	1946.1	6.11

En la Tabla 46 podemos observar que la mayor resistencia de adherencia es mortero con el cemento de albañilería con 5% de diatomita con 6.62 kg/cm², seguido de mortero con el cemento de albañilería con 6.2 kg/cm². Después tenemos al mortero con cemento portland tipo ICO con 5.78 kg/cm². Le sigue el de mortero con cemento de albañilería con 15% de diatomita con 5.63 kg/cm² y por último el mortero con cemento de albañilería con 25% de diatomita con 4.04 kg/cm²

COSTOS UNITARIOS

Se realizó un análisis comparativo de costos unitarios entre un mortero patrón y un mortero con reemplazo por tierras diatomeas. El cálculo se realizó en la partida de Muro Ladrillo K.K 18H (09x13x24) Amarre de soga, Junta 1,5 cm Mortero 1:3,22;0,7. Se utilizó el libro de CAPECO para el rendimiento y la cuadrilla

Tabla 49: Costo unitario por m2 de muro con mortero patrón con cemento de albañilería

MURO LADRILLO K.K DE ARCILLA (09x13x24) AMARRE DE SOGA, JUNTA 1,5 cm					
PARTIDA					
Rendimiento	m2/día	12	Costo unitario directo por:	m2	84.13
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO (S/)	Parcial (S/.)
Mano de obra					24.98
Operario	HH	1	0.67	27.63	18.42
Ayudante	HH	0.5	0.33	19.68	6.56
Materiales					52.91
Cemento de albañilería	bls		0.207	22.5	4.65
Agregado fino	m3		0.028	49.85	1.41
Agua	m3		0.007	7	0.05
Ladrillo (clase V)	mll		0.039	1200	46.80
Herramientas					6.25
Herramientas 5% de la M.O			5.00	1.249	6.25

El costo Unitario por m2 que presenta el muro con mortero patrón con cemento de albañilería fue de S/. 84.13

Tabla 50: Costo unitario por m2 de muro con cemento de albañilería + 5% diatomita

MURO LADRILLO K.K DE ARCILLA (09x13x24) AMARRE DE SOGA, JUNTA 1,5 cm					
PARTIDA					
Rendimiento	m2/día	12	Costo unitario directo por:	m2	85.87
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO (S/)	Parcial (S/.)
Mano de obra					24.98
Operario	hh	1	0.67	27.63	18.42
Peón	hh	0.5	0.33	19.68	6.56
Materiales					54.64
Cemento de albañilería	bls		0.196	22.5	4.42
Agregado fino	m3		0.028	49.85	1.41
Agua	m3		0.007	7	0.05
Ladrillo (clase V)	mll		0.039	1200	46.80
Diatomita 5%	kg		0.439	4.49	1.97
Herramientas					6.25
Herramientas 5% de la M.O	%M.O		5.00	1.249	6.25

El costo Unitario por m2 que presenta el muro con mortero patrón con cemento de albañilería fue de S/. 85.87

Tabla 51: Costo unitario por m2 de muro con cemento de albañilería + 15% diatomita

MURO LADRILLO K.K DE ARCILLA (09x13x24) AMARRE DE SOGA, JUNTA 1,5 cm						
PARTIDA	Rendimiento	m2/dia	12	Costo unitario directo por:	m2	89.35
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO (S/)	Parcial (S/.)	
Mano de obra						24.98
Operario	hh	1	0.67	27.63		18.42
Peón	hh	0.5	0.33	19.68		6.56
Materiales						58.12
Cemento de albañilería	bls		0.176	22.5		3.95
Agregado fino	m3		0.028	49.85		1.41
Agua	m3		0.007	7		0.05
Ladrillo (clase V)	mll		0.039	1200		46.80
Diatomita 15%	kg		1.317	4.49		5.91
Herramientas						6.25
Herramientas 5% de la M.O	%M.O		5.00	1.249		6.25

El costo Unitario por m2 que presenta el muro con mortero patrón con cemento de albañilería fue de S/. 89.35

Tabla 52: Costo unitario por m2 de muro con cemento de albañilería + 25% diatomita

MURO LADRILLO K.K DE ARCILLA (09x13x24) AMARRE DE SOGA, JUNTA 1,5 cm						
PARTIDA	Rendimiento	m2/dia	12	Costo unitario directo por:	m2	92.82
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO (S/)	Parcial (S/.)	
Mano de obra						24.98
Operario	hh	1	0.67	27.63		18.42
Peón	hh	0.5	0.33	19.68		6.56
Materiales						61.60
Cemento de albañilería	bls		0.155	22.5		3.49
Agregado fino	m3		0.028	49.85		1.41
Agua	m3		0.007	7		0.05
Ladrillo (clase V)	mll		0.039	1200		46.80
Diatomita 25%	kg		2.195	4.49		9.86
Herramientas						6.25
Herramientas 5% de la M.O	%M.O		5.00	1.249		6.25

El costo Unitario por m2 que presenta el muro con mortero patrón con cemento de albañilería fue de S/. 92.82

Tabla 53: Costo unitario por m2 de muro con mortero patrón con cemento Portland Ico

MURO LADRILLO K.K DE ARCILLA (09x13x24) AMARRE DE SOGA, JUNTA 1,5 cm						
PARTIDA	Rendimiento	m2/dia	12	Costo unitario directo por:	m2	85.99
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Cuadrilla	Cantidad	PRECIO (S/)	Parcial (S/.)	
Mano de obra						24.98
Operario	HH	1	0.67	27.63		18.42
Ayudante	HH	0.5	0.33	19.68		6.56
Materiales						54.76
Cemento Portland Ico	bls		0.207	31.5		6.51
Agregado fino	m3		0.028	49.85		1.41
Agua	m3		0.007	7		0.05
Ladrillo (clase V)	mll		0.039	1200		46.80
Herramientas						6.25
Herramientas 5% de la M.O			5.00	1.249		6.25

El costo Unitario por m2 que presenta el muro con mortero patrón con cemento de albañilería fue de S/. 85.99

Discusiones

El agregado utilizado en la producción del mortero cumplió con los requisitos de granulometría establecida en la NORMA E.070. No pasó más del 50% del agregado fino entre dos mallas seguidas, el módulo de fineza es de 2.5 y la curva granulométrica se encuentra dentro de los límites. [37]

Se elaboró un diseño de mezcla para un mortero con reemplazo del cemento por tierras diatomeas en porcentajes de 0%, 5%, 15% y 25% con los resultados de los ensayos a los agregados como peso unitario, peso específico, contenido de humedad y granulometría, se procedió a realizar el diseño de mezcla convencional según la Norma Técnica Peruana 399.610 Especificación normalizada para morteros[55] para un mortero con dosificación 1:3, ya que, a partir de este diseño se reemplazó la diatomea por la cantidad de cemento.

Se realizó ensayos a las unidades de ladrillo como Variación dimensional, Alabeo y resistencia a la compresión, lo cuales lo clasifican como un ladrillo de tipo V con una resistencia de 186 kg/cm². Lo que se busca es que la resistencia de mortero-ladrillo sean parecidas [5] para generar

fallas ideales en el caso de ensayos de pilas y en el caso de muretes una falla por tensión diagonal.

Se comparó las propiedades del mortero. En estado fresco se realizó el ensayo de fluidez, peso unitario y temperatura. Para el ensayo de fluidez la NTP 334.057 nos indica que la fluidez del mortero de albañilería debe tener un porcentaje de $110\% \pm 5$ [46] clasificándose como una consistencia media (plástica). Esta consistencia es recomendada para la utilización en morteros de albañilería. La fluidez que se obtuvo para el mortero patrón con cemento de albañilería fue de 111.39%, para 5% de diatomita 107.03%, reduciéndose un 3.92%, para 15% de diatomita dio un valor de 94.44% reduciéndose un 15.21%, para 25% de diatomita se obtuvo 80.97% disminuyendo un 27.31% y para el mortero patrón con cemento tipo ICO 110.14%. Se puede apreciar que al aumentar la adición de diatomita la fluidez presenta una disminución lo cual es desventajoso para su trabajabilidad, sin embargo, el porcentaje de 5% de diatomita es el valor que se encuentra más cercano al patrón y se está dentro del rango de 110 ± 5 . [56] Concluyó de igual manera que la fluidez de los morteros frescos disminuyó considerablemente al aumentar la adición de diatomita.

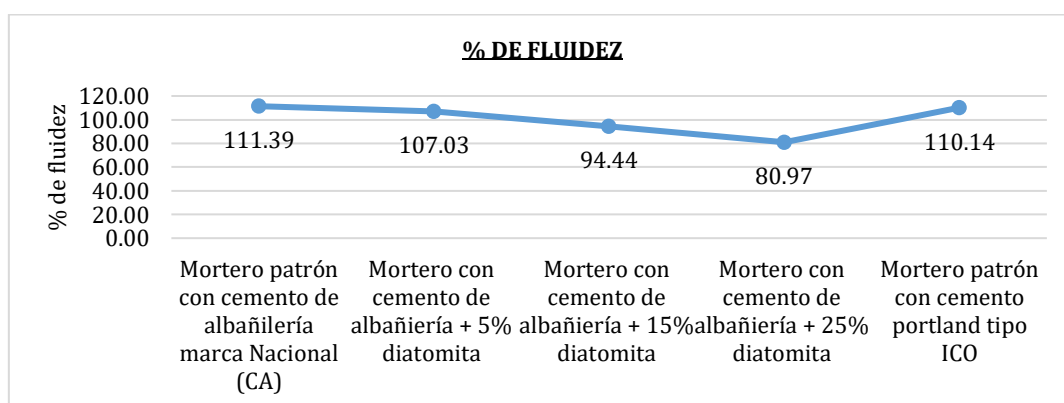


Ilustración 46: Comparación de resultados del ensayo de Fluidez

En el ensayo de peso unitario del mortero patrón con cemento de albañilería tuvo un valor de 2312.48 kg/m³. Al sustituir el 5% de diatomita se obtuvo de 2277.4 kg/m³ reduciéndose un 1.52%; con 15% de diatomita se obtuvo 2220.96 kg/m³ y se redujo 3.96%, con 25% de diatomita 2168.64 kg/m², reduciéndose un 6.22% siendo el menor valor y por último al utilizar el cemento portland tipo ICO se obtuvo 2319.76 kg/m³. De estos valores se deduce que a mayor adición de diatomita el peso unitario se reduce debido a la porosidad que presenta. [57] En los resultados de su investigación indican que el peso unitario disminuye con un aumento en el contenido de diatomita. Su peso varía entre 2098 kg/m³ y 2214 kg/m³ para mortero matrón y

con adición, adicionalmente indica que se da debido a su porosidad y a la baja gravedad específica de diatomita en comparación con el cemento.

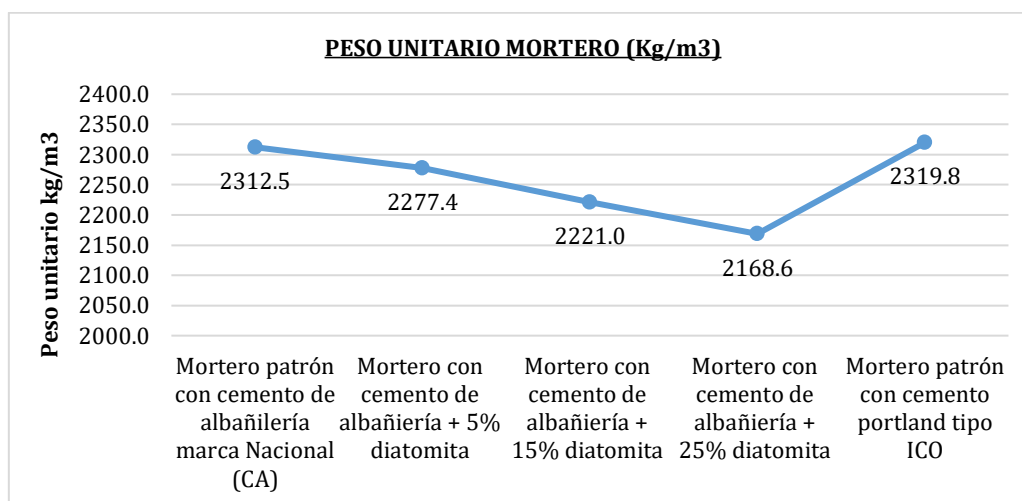


Ilustración 47: Comparación de resultados del ensayo Peso Unitario del Mortero

Para el ensayo de Temperatura se registraron diferentes temperaturas para distintas mezclas de mortero, utilizando diatomea como aditivo. Se observa que al adicionar 5%, la temperatura baja y luego a medida que se adicionar el 15 y 25% de diatomea aumenta sin llegar a pasar al patrón. La reducción de la temperatura del mortero en comparación con el patrón es una ventaja porque significa que el tiempo de fraguado también disminuirá, lo cual mejorará la manejabilidad del material durante la aplicación. Un estudio previo [20] también investigó este fenómeno y encontró resultados similares. También observaron una tendencia a la disminución de temperatura en proporciones bajas de diatomita y un aumento gradual a medida que se incrementaba el porcentaje, superando incluso la temperatura del patrón.

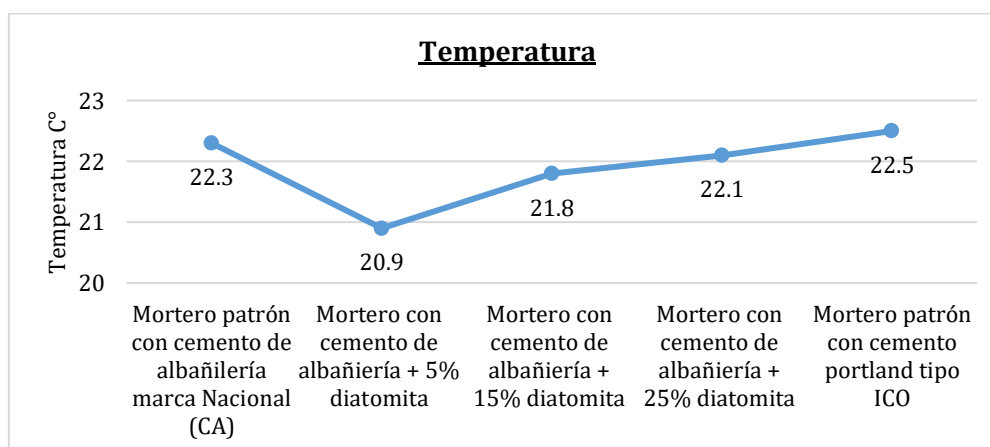


Ilustración 48: Comparación de resultados del ensayo de Temperatura

Para el estado endurecido del mortero se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión, absorción y álcali sílice

Para el ensayo de resistencia a la compresión de cubos de mortero se realizaron a los 7,14, 21 y 28 días el ensayo a la resistencia a la compresión. Para el mortero patrón a los 28 días se obtuvo 168.8 kg/cm², para el 5% de diatomita 185.1 kg/cm², para el 15% se obtuvo 149 kg/cm², para el 25% de diatomea 121.1 kg/cm² y por último al mortero patrón utilizando cemento tipo ICO 209 kg/cm². Con estos resultados podemos ver que al reemplazar 5% de diatomita por cemento de albañilería al mortero patrón lo mejora en un 9.7% siendo el porcentaje óptimo, sin embargo, no supera la resistencia que se obtuvo con el mortero patrón con cemento Tipo ICO. Para el reemplazo del 15% y 25% vemos una disminución de la resistencia del mortero, por tanto, a mayor reemplazo se genera una disminución de la resistencia. El valor de la resistencia del mortero más cerca al ladrillo tipo V (186 kg/cm²) se obtuvo con el 5% de diatomita. [18] Evaluó al 5%, 7.5%, 10%, 12.5% y 15% a los 28 días, el 7.5% obtuvo una resistencia de 448.97 kg/cm², 31% más que el mortero patrón con 342.43 kg/cm² y de igual manera concluye que a mayor reemplazo por diatomita menor fue su resistencia. [19] En su investigación evalúa la resistencia a la compresión, a un mortero con y sin diatomita y obtuvo para 10% de diatomita un valor de 16.6 Mpa y sin la adición 6.4 Mpa, obteniendo una mejora. [58] Las resistencias a compresión de los morteros que obtuvo con 10% de sustitución de tierra de diatomea, lograron superar a los morteros de control y con 25% se redujo con respecto al mortero control, demostrando que, a menor porcentaje, mayor resistencia corroborando los anteriores estudios. [23]

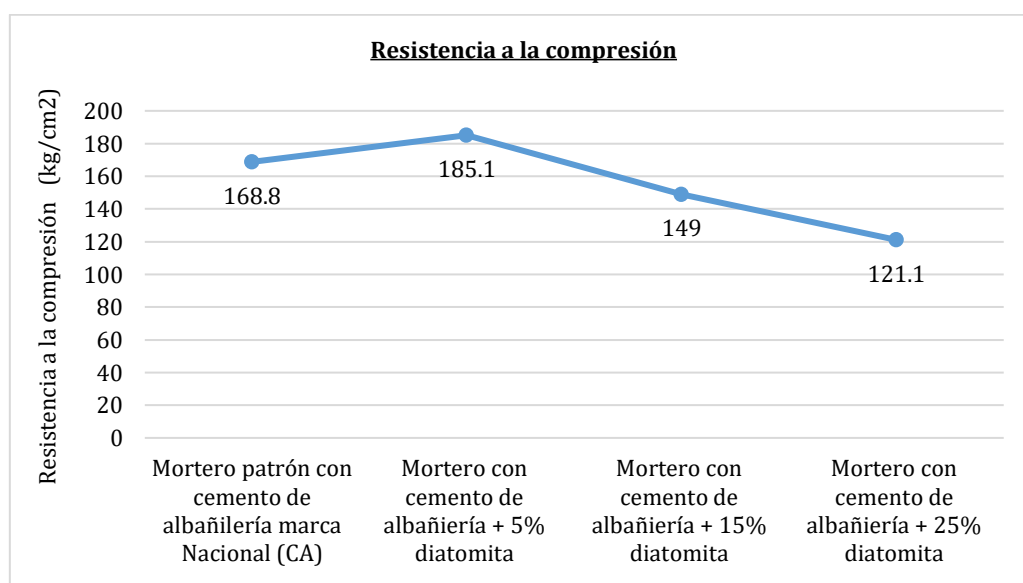


Ilustración 49: Comparación de resultados del ensayo Resistencia a la Compresión de cubos

En el ensayo de Absorción de agua para el mortero patrón con cemento de albañilería tuvo un valor de 9.64% de absorción. Al sustituir el 5% de diatomita se obtuvo de 9.53% disminuyendo un 1.14%; con 15% de diatomita se obtuvo 9.91% y aumento al patrón en 2.8%, con 25% de diatomita 10.13% aumentando un 5% y por último al utilizar el cemento portland tipo ICO 9.45%. Una menor absorción de agua puede ayudar a reducir el agrietamiento del mortero una vez que se haya secado. Los morteros que absorben demasiada agua pueden volverse frágiles y propensos a agrietarse con el tiempo, lo que debilita es por ello que en el ensayo de resistencia a la compresión vemos una mejor respuesta con el 5% de diatomita. [57]En su investigación añade 5, 10 y 15% de diatomita al mortero en reemplazo del cemento y nos indica que el 5 y 10% presenta una reducción del porcentaje de absorción de agua y ya con el 15% este valor, aumenta.

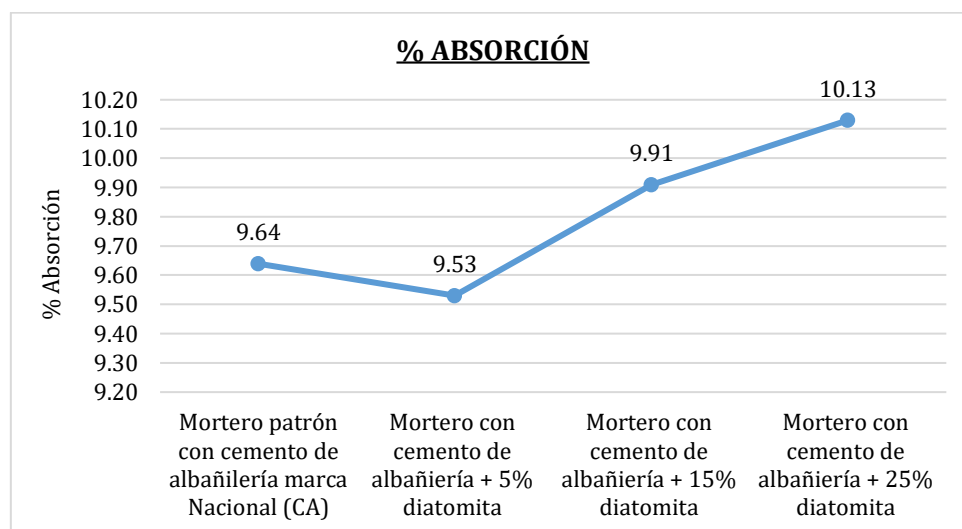


Ilustración 50: Comparación de resultados del ensayo Absorción

Para ensayo de expansión por reacción Álcali-Sílice se utilizó agregado fino de la cantera La Victoria-Pátapo. Los resultados del ensayo de determinación de la reactividad potencial álcali sílice para el Mortero patrón con cemento de albañilería para la M-1 fue 0.1007%, para la M-2 0.093% para M-3 0.0954%. [13] Evaluó en Lambayeque y La Libertad las canteras Tres Tomas, Talambo y La Victoria-Pátapo. En los resultados nos muestra que el promedio de las expansiones se mantiene por debajo del 0.1%, sin embargo, se han encontrado 1 muestra de Talambo, 3 muestras en la cantera de Tres Tomas y 5 muestras de La Victoria- Pátapo que superan este límite mínimo de 0.1% de expansión como en esta investigación. La norma nos dice que si el valor de 0.1% es superado puede representar un riesgo de expansión a futuro. [50]Para un Mortero con cemento de albañilería 95% + diatomita 5% en la muestra M-4 fue

0.0435%, para la M-5 0.0467% para M-6 0.0421%. Para un Mortero con cemento de albañilería 85% + diatomita 15% en la muestra M-7 fue 0.0344%, para la M-8 0.0375% para M-9 0.0347%. Para un Mortero con cemento de albañilería 75% + diatomita 25% en la muestra M-10 fue 0.0253%, para la M-11 0.0288% para M-12 0.0263%. Como se puede apreciar el mortero patrón presenta un porcentaje de expansión de 0.096% de promedio y a medida que se adiciona más diatomita la expansión es menor, para el 5% se redujo 54.25 %, para el 15% un 63.11% y para el 25% presentó la menor expansión con 0.0268% lo cual fue una reducción de 72.21% en comparación al patrón. [15]Realizó el ensayo de la reacción álcali-sílice con 25 y 30% de diatomita y los resultados mostraron que a mayor porcentaje de diatomita la expansión disminuyó. El mortero patrón presentó una expansión de 0.17 y con 30% de diatomita se redujo hasta 0.06%

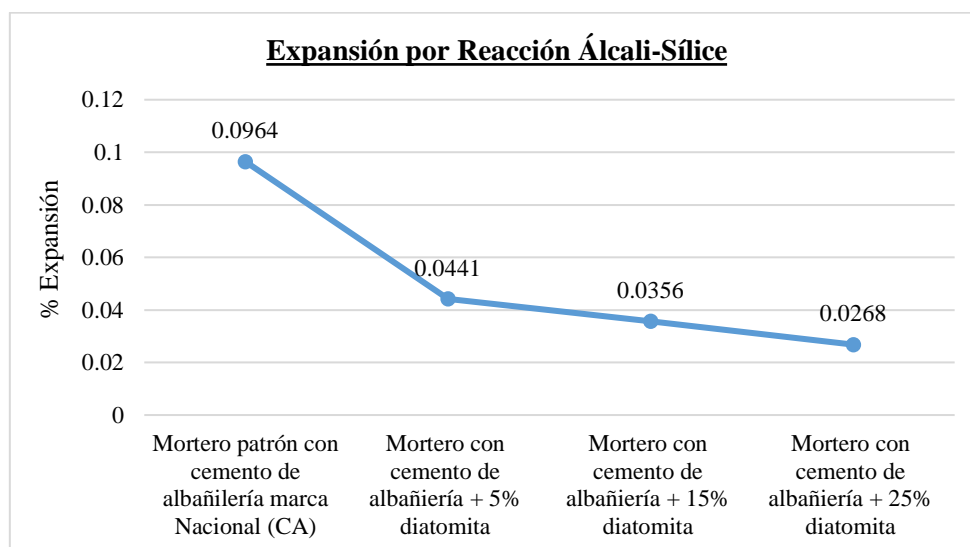


Ilustración 51: Comparación de resultados del ensayo Expansión por reacción Álcali-Sílice

Se evaluó el mortero en conjunto con las unidades de albañilería, mediante los ensayos de resistencia de pilas y muretes, así como el ensayo de adherencia.

En el ensayo de resistencia de pilas según [37] la resistencia que debe cumplir es de 85 kg/cm², este valor fue superado en por cada muestra estudiada. Para el mortero patrón con cemento de albañilería se obtuvo en promedio 133.2 kg/cm². Para el mortero con cemento de albañilería con 5% de diatomita dio 139.9 kg/cm², mejorándolo en un 5.01%, para 15% de diatomita se redujo a 130.9 kg/cm² y para el 25% se redujo a 123.7 kg/cm². Por otro lado, el cemento Portland tipo ICO tuvo la mayor resistencia con 143 kg/cm² sin embargo fue la que presentó mayores fallas explosivas debido a que la resistencia del mortero que presenta es mucho mayor a la resistencia del ladrillo por lo tanto lo primero que se rompe es la unidad de albañilería a

diferencia del cemento de albañilería que presenta más fallas por agrietamiento vertical. [16] Evaluó en su investigación la resistencia de pilas con adición 5, 10 y 15% de diatomita y la mejor resistencia fue de 10% de Diatomita (74.4 kg/cm²) y el mortero patrón con (72.2 kg/cm²) mejorándolo en un 3%. Adicionalmente en este ensayo de obtuvo el módulo de elasticidad de cada pila realizada, la norma [37] nos indica que el módulo de elasticidad (E_m) teórico debe ser $E_m = 500 f' m$ (4150), y los módulos de elasticidad prácticos obtenidos superan el valor y son cercanos a lo que la norma nos indica.

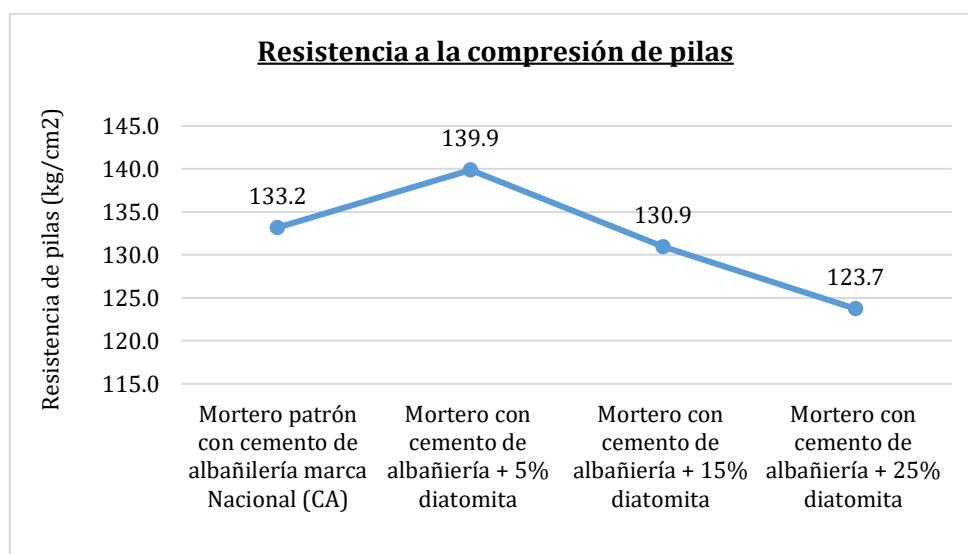


Ilustración 52: Comparación de resultados del ensayo de Resistencia de Pilas

En el ensayo de resistencia de muretes la norma [37] nos indica que el valor que debe cumplir es de 9.2 kg/cm². Para el mortero patrón con cemento de albañilería se obtuvo en promedio 12.9 kg/cm². Para el mortero con cemento de albañilería con 5% de diatomita dio 14.67 kg/cm², mejorándolo en un 13.72%, para 15% de diatomita se redujo a 13.69 kg/cm² y para el 25% se redujo a 11.07 kg/cm². Por otro lado, el cemento Portland tipo ICO tuvo 12.31 kg/cm². En este ensayo también se observó que tanto el mortero patrón y con 5% de diatomita presenta más falla por tracción diagonal lo cual indica que trabaja mejor en conjunto las unidades de albañilería con el mortero en comparación con el resto. [16] Realizó el ensayo de muretes con el porcentaje que presentó mejor resistencia en pilas, el cual fue de 10% de diatomita obteniendo el valor de 10.6 kg/cm². Adicionalmente en este ensayo de obtuvo el módulo de corte de cada murete realizado, la norma [37] nos indica que el módulo de corte (G_m) teórico debe ser $G_m = 0.4 E_m$ (1660), y los módulos de corte prácticos obtenidos superan el valor y son cercanos a lo que la norma nos indica.

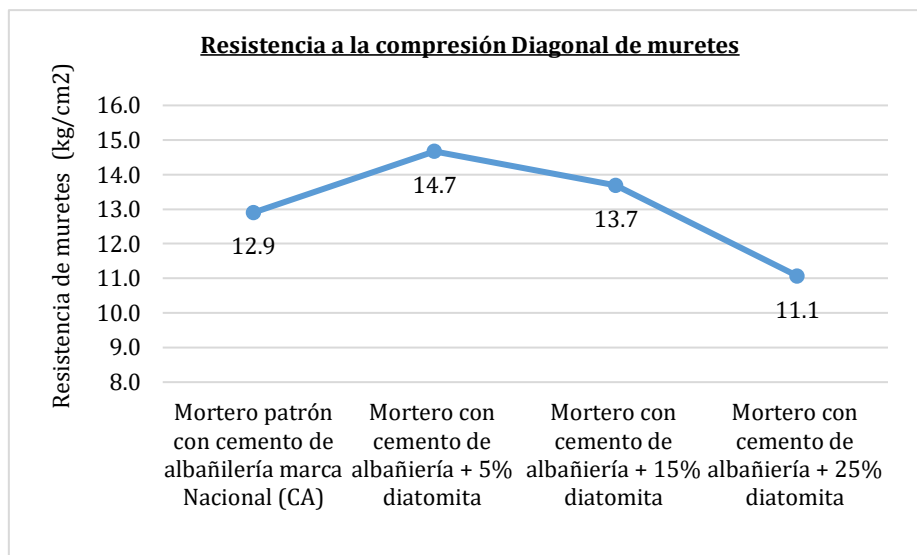


Ilustración 53: Comparación de resultados del ensayo Resistencia a la compresión Diagonal de Muretes

Se realizó el ensayo de adherencia por cizalle para cada dosificación. La norma [37] nos dice que la resistencia última a cizalle de la albañilería = 4 kg/cm² (0.39 MPa). Para el mortero patrón con cemento de albañilería se obtuvo en promedio 6.2 kg/cm². Para el mortero con cemento de albañilería con 5% de diatomita dio 6.62 kg/cm², mejorándolo en un 6.81%, para 15% de diatomita se redujo a 5.63 kg/cm² y para el 25% se redujo a 4.04 kg/cm². En el caso del cemento Portland tipo ICO tuvo 5.78 kg/cm². por tanto, todas las muestras pasaron el valor establecido por la norma.

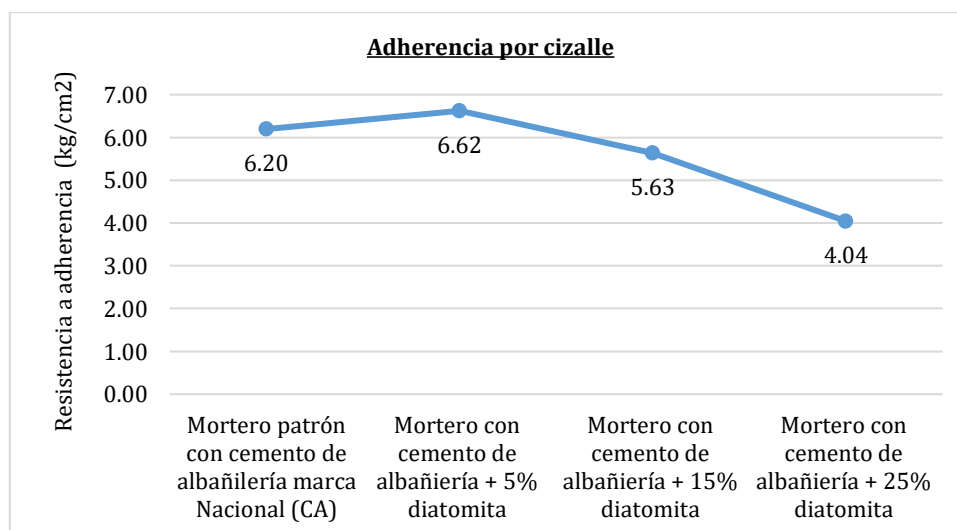


Ilustración 54: Comparación de resultados del ensayo de Adherencia por Cizalle

Se elaboraron los costos unitarios tanto para mortero patrón como para reemplazos de diatomita. El precio más bajo lo presenta el mortero patrón con cemento de albañilería con S/. 84.13, al adicionar la diatomita el costo va aumentando con 5% aumenta un 2.07% a S/. 85.87, con 15% aumenta un 6.2% a S/. 89.35, con 25% aumenta un 10.33% a S/. 92.82. Sin embargo, si comparamos estos precios con el costo unitario del mortero patrón con cemento de Portland Ico, vemos que solo el 5% de diatomita presenta un costo menor, por tanto, es rentable adicionar 5% de diatomita al mortero puesto que no solo mejorar sus propiedades mecánicas, sino que resulta más económico que utilizar el cemento Ico, cemento comercial con mayor demanda en Chiclayo para la elaboración del mortero.

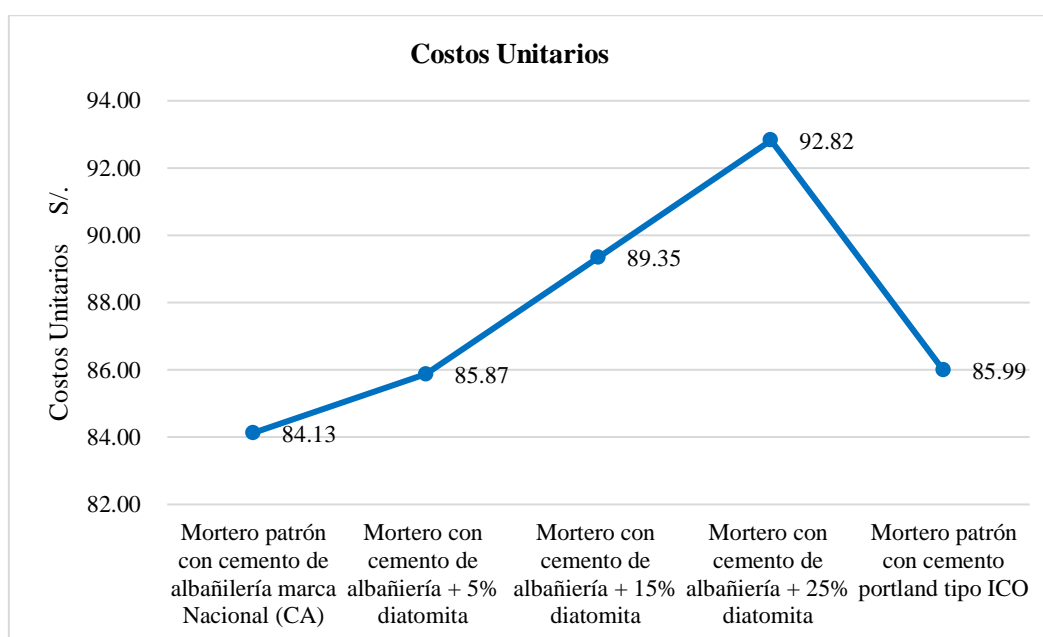


Ilustración 55: Comparación de Costos Unitarios

Conclusiones

Se analizó el agregado utilizado para la elaboración del mortero, los cuales cumplieron con parámetros de granulometría establecidos por la NORMA E.070. No pasó más del 50% del agregado fino entre dos mallas seguidas, el módulo de fineza es de 2.5 y la curva granulométrica se encuentra dentro de los límites.

Se elaboró un diseño de mezcla para un mortero con reemplazo del cemento por tierras diatomeas en porcentajes de 0%, 5%, 15% y 25% utilizando el diseño de mezcla convencional según la Norma Técnica Peruana 399.610 “Especificación normalizada para morteros”[55] para un mortero con dosificación 1:3, ya que, a partir de este diseño se reemplazó la diatomea por la cantidad de cemento.

Se comparó las propiedades físicas, mecánicas tanto para estado fresco como endurecido, para el estado fresco se realizó los ensayos de fluidez donde se observa que a mayor cantidad de diatomita la fluidez se ve afectada negativamente y que el único porcentaje que cumple los parámetros establecidos por la norma es el 5% de diatomita. Para el ensayo de peso unitario a mayor adición se reduce su peso debido a su porosidad y baja gravedad específica. Y para el ensayo de Temperatura muestra que al adicionar la diatomita la temperatura disminuye permitiendo una mejor manejabilidad. En el estado endurecido, se observó una mejora respecto a la resistencia a la compresión. Con el 5% de diatomea superó en un 10% la resistencia del mortero patrón con cemento de albañilería. Pero con los porcentajes de diatomea al 15% y 25%, esta resistencia disminuyó por debajo del mortero patrón. Además, el valor de la resistencia más cercana al ladrillo tipo V con el que se trabajará lo presentó el 5% de diatomita. Para el ensayo de Absorción de agua el valor solo el 5% obtuvo un 1.14% menos que el porcentaje de absorción que presentó el mortero patrón y los dos siguientes porcentajes superaron el valor en comparación al mortero sin adición en 2.8% y 5%. En el ensayo de Álcali Sílice se concluye que, a mayor adición de diatomita, mejora el mortero debido a que disminuye la expansión reduciéndolo en 72.2% con 25% de diatomita en comparación al mortero patrón.

Se comparó la resistencia de pilas y muretes de albañilería, así como la adherencia del mortero en pilas, en el ensayo de resistencia de pilas el porcentaje óptimo fue con un mortero con cemento de albañilería con reemplazo del cemento de 5% de diatomita, mejorándolo un 5% y

además presentó más fallas por agrietamiento vertical y con los siguientes reemplazos el valor disminuyó. Para el ensayo de muretes también presento una mejora con el reemplazo del cemento de albañilería de 5% de diatomita, donde la resistencia aumento un 13.72% y presenta más fallas por tracción diagonal. Para el ensayo de adherencia existe también una mejora del 6.81% al adicionar 5% de diatomita, por tanto, en los tres ensayos se ve que el mortero trabaja mejor en conjunto con el ladrillo tipo V, debido a que el mortero con 5% de diatomita presenta una resistencia muy cercana al ladrillo.

Se determinó en los ensayos de pilas y muretes de albañilería el módulo de elasticidad y módulo de corte. Se encontró que los módulos de elasticidad prácticos obtenidos superan el valor teórico requerido por la norma E0.70, siendo cercanos a $E_m = 4150$ MPa, con valores prácticos que superan este número. Asimismo, los módulos de corte prácticos obtenidos también superan el valor teórico establecido por la normativa, siendo cercanos a $G_m = 1660$ Mpa.

Se realizó un análisis comparativo de los costos unitarios entre un mortero patrón y un mortero con reemplazo por tierras diatomeas, donde podemos ver que el costo unitario aumenta a medida que se va reemplazando mayor cantidad de diatomita, sin embargo e el 5% de diatomita presenta un costo menor que el mortero con cemento Portland Ico, por tanto, es conveniente adicionar 5% de diatomita al mortero puesto que no solo mejorar sus propiedades mecánicas, sino que resulta más económico que utilizar el cemento Ico, cemento comercial con mayor demanda en Chiclayo para la elaboración del mortero.

El uso de un diseño de muestra es de suma importancia para garantizar resultados válidos y confiables. Un diseño bien elaborado brinda fiabilidad en los estudios realizados porque influye directamente en la precisión, el valor estadístico y la capacidad de generalización de los hallazgos. Por el contrario, un diseño deficiente puede llevar a conclusiones inexactas o inconclusas, además de implicar un mayor costo y tiempo de investigación sin un beneficio real, debido a un cálculo inadecuado del tamaño de la muestra necesaria. [59]

[60] En su investigación estudia la adición de tierras de diatomeas (DE) como aditivo natural con excelentes propiedades puzolánicas, donde el tema de la absorción de agua lo plantea como un beneficio, puesto que brinda un curado interno de alta calidad para aplicaciones en materiales a base de cemento. La estructura microporosa y su composición principal de dióxido de silicio (SiO_2) le confieren una alta capacidad de retención y liberación de agua.

Evaluó los efectos de reemplazar el cemento con DE en la contracción autógena y la resistencia al agrietamiento temprano del mortero. La contracción autógena a medida que aumentaba la cantidad de DE incorporada, disminuye, además retrasa el tiempo de fisuración inicial debido a que, durante el proceso de mezclado del mortero, la tierra de diatomeas preabsorbida se distribuye uniformemente en la mezcla. A medida que avanza la reacción de hidratación del cemento se genera una diferencia de humedad y una presión capilar negativa en los poros, lo que provoca que la diatomita libere el agua prealmacenada. Esta agua compensa oportunamente la pérdida de agua en el mortero, reduciendo el gradiente de humedad relativa interna, promoviendo la hidratación del cemento, inhibiendo la autocontracción prematura y la retracción por secado del mortero, prolongando el tiempo de fisuración inicial del mortero y reduciendo el ancho de fisura. Por tanto, la solución más efectiva para contrarrestar el problema de la absorción de las tierras diatomeas es añadirlas preabsorbidas para que ayude a mejorar la humedad relativa interna, reducir significativamente su autocontracción y mejorar la resistencia al agrietamiento temprano del mortero, sin reducir su resistencia a la compresión a los 28 días.

Recomendaciones

Se recomienda experimentar con diferentes porcentajes de diatomita, centrándose especialmente en el entorno del 5%, en el rango del 1% al 10%, para determinar el porcentaje óptimo.

Se recomienda implementar aditivos plastificantes que puedan mejorar la trabajabilidad del mortero cuando se utilicen porcentajes altos de diatomita. La combinación de diatomita en grandes cantidades puede afectar negativamente la trabajabilidad del mortero, por lo que la búsqueda de aditivos compatibles será fundamental para mantener las propiedades deseables del material

Se recomienda realizar investigaciones sobre los diferentes tipos de cemento de albañilería (M, N, S) y experimentar con la adición de diatomita para evaluar su influencia en las propiedades de cada tipo. Este enfoque permitirá comprender mejor cómo la diatomita puede interactuar con diferentes composiciones de cemento y adaptarse a diversas aplicaciones de construcción.

Referencias

- [1] J. Alvarez, Antonio Martín, and García Pedro, “Historia de los morteros,” España, 1995. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/273110688_Historia_de_los_morteros
- [2] Angel. San Bartolomé, *Construcciones de albañilería : comportamiento sísmico y diseño estructural*. Pontificia Universidad Católica del Perú, 1994.
- [3] INEI, “Características de las viviendas particulares censadas,” 2017.
- [4] Gallegos & Casabonne, “ALBANILERIA ESTRUCTURAL,” 2005.
- [5] Á. San Bartolomé, D. Quiun, and W. Silva, “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS SISMORRESISTENTES DE ALBAÑILERÍA Segunda edición,” 2018.
- [6] P.: Angel, S. Bartolomé, C. Romero, and J. C. Torres, “MEJORA DE LA ADHERENCIA BLOQUE-MORTERO,” 2019.
- [7] F. Baqueiro, M. Gómez, V. Rivera, and V. Marín, “Determinación de la resistencia a compresión diagonal y el módulo de cortante de la mampostería de bloques huecos de concreto,” 2009.
- [8] Aceros Arequipa, “Construye seguro. Manual de propietarios,” 2010.
- [9] BBC News Mundo, “La enorme fuente de emisiones de CO2 que está por todas partes y que quizás no conocías,” 2018.
- [10] A. R. Huaman Sanchez, “Influencia de la reactividad Álcali Sílice de los agregados en la durabilidad del concreto,” 2017.
- [11] E. Sifuentes, “MITIGACIÓN DE REACCIÓN ÁLCALI-SÍLICE, MEDIANTE ADICIÓN DE PUZOLANAS NATURALES EN CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO DE $f'c=120$ Kg/cm,” 2019.
- [12] OTTO ANDERSON DÍAZ TELLO, “ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA REACTIVIDAD ÁLCALI SÍLICE DE LOS AGREGADOS EN LA DURABILIDAD DEL CONCRETO $f'c: 280$ kg/cm² SEGÚN LA NORMA ASTM C-1260 EVALUADO EN CANTERAS DE CAJAMARCA,” 2017.
- [13] C. S. Diaz Lopez and M. D. Y. Vásquez Saldaña, “DETERMINACIÓN DE SULFATOS, CLORUROS Y REACTIVIDAD ÁLCALI EN AGREGADOS DE CANTERAS TRES TOMAS, LA VICTORIA Y TALAMBO, LAMBAYEQUE – LA LIBERTAD. 2018,” 2018. [Online]. Available: <https://orcid.org/0000-0001-5933-03528>
- [14] L. F. Verdeja Gonzalez, P. Garcia Coque, E. R. Vasquez Arrieta, J. L. Barranzuela Queneche, and R. Pastor Rozas, “Contribución al estudio de las diatomitas del Perú,”

- BOL. SOC. ESP. CERAM. VIDR*, vol. 31, pp. 427–433, 1992, [Online]. Available: <https://boletines.secv.es/upload/199231427.pdf>
- [15] M. L. Alcívar Véliz, H. P. Loor Cobeña, and H. E. Egüez Álava, “La diatomita como adición mineral a un mortero de cemento portland,” 2023. doi: 10.23857/dc.v9i1.
- [16] H. Bohorquez, “MEJORAMIENTO DE LA ADHERENCIA LADRILLO-MORTERO EN MUROS DE ALBAÑILERÍA EN EL DISTRITO DE POLOBAYA -AREQUIPA ADICIONANDO DIATOMITA Y LIPARITA,” Arequipa - Perú, 2019. [Online]. Available: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9712>
- [17] F. J. Álvarez Cedeño, J. D. Zambrano Chavarría, and H. E. Egüez Álava, “ADICIÓN DE PUZOLANA NATURAL (DIATOMITA) PARA MEJORAR LA RESISTENCIA EN MORTERO ESTRUCTURAL,” 2023. doi: 10.46296/ig.v6i11edespmar.0091.
- [18] S. E. Coaguila Quico, “EVALUACIÓN DEL USO DE DIATOMITA PROVENIENTE DE RESIDUO DE LA INDUSTRIA CERVECERA COMO ADICIÓN AL CEMENTO TIPO I PARA LA MEJORA DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CARBONATACIÓN EN MORTEROS,” UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA, Arequipa - Perú, 2022. [Online]. Available: bit.ly/42gZosR
- [19] P. R. Rojas Calderón, ““Evaluación de patologías en paredes de mampostería antes y después de adicionar diatomita al mortero, VillaMaría del Triunfo 2019,”” Universidad César Vallejo, Lima - Perú, 2020. [Online]. Available: bit.ly/43En4sf
- [20] F. J. Lachira Sandoval and F. L. Talledo Pintado, “Análisis de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando diatomita, Piura 2021,” 2021.
- [21] A. R. S. MacEdo, A. S. Silva, D. S. Da Luz, R. L. S. Ferreira, C. S. Lourenço, and U. U. Gomes, “Study of the effect of diatomite on physico-mechanical properties of concrete,” *Ceramica*, vol. 66, no. 377, pp. 50–55, 2020, doi: 10.1590/0366-69132020663772561.
- [22] M. Sarıdemir, S. Çelikten, and A. Yıldırım, “Mechanical and microstructural properties of calcined diatomite powder modified high strength mortars at ambient and high temperatures,” *Advanced Powder Technology*, vol. 31, no. 7, pp. 3004–3017, Jul. 2020, doi: 10.1016/j.appt.2020.05.024.
- [23] M. Pavlíková, P. Rovnaníková, M. Záleská, and Z. Pavlík, “Diatomaceous Earth—Lightweight Pozzolan Admixtures for Repair Mortars—Complex Chemical and Physical Assessment,” *Materials*, vol. 15, no. 19, Oct. 2022, doi: 10.3390/ma15196881.
- [24] H. Zhang, B. He, B. Zhao, and P. JM Monteiro, “Using diatomite as a partial replacement of cement for improving the performance of recycled aggregate concrete (RAC)-Effects

- and mechanism,” *Constr Build Mater*, vol. 385, Jul. 2023, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2023.131518.
- [25] M.-G. Lee *et al.*, “Mechanical and Thermal Insulation Performance of Waste Diatomite Cement Mortar,” *Journal of Materials Research and Technology*, Jul. 2023, doi: 10.1016/j.jmrt.2023.06.246.
- [26] H. Y. Aruntaş, E. Yildiz, and G. Kaplan, “THE ENGINEERING PERFORMANCE OF ECO-FRIENDLY CONCRETES CONTAINING DIATOMITE FLY ASH AND GROUND GRANULATED BLAST FURNACE SLAG,” *Acta Polytechnica*, vol. 62, no. 5, pp. 505–521, Oct. 2022, doi: 10.14311/AP.2022.62.0505.
- [27] J. C. Ruiz Torres, J. Fernandes de Oliveira, and Yezeña Huaypar Vásquez, “CARACTERIZACIÓN DE DIATOMITAS EN DEPÓSITO MARINO EN EL NORTE DEL PERÚ,” 2012.
- [28] Dirección General de Desarrollo Minero, “PERFIL DE MERCADO DE LA DIATOMITA,” México, 2020. [Online]. Available: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/564115/Diatomita_2020__ENE_.pdf
- [29] J. B. Viera Sernaqué, “EVALUACIÓN DE LA DIATOMITA DEL DESIERTO DE SECHURA PARA SU USO EN LA FABRICACIÓN DE AISLANTES TÉRMICOS Y REFRACTARIOS AISLANTES,” Universidad de Piura, Piura-Perú, 1987. [Online]. Available: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2466/ING_134.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [30] J. Galvez-Alvarado, C. Barzola-Gastelú, R. Gómez-Minaya, and A. Torre-Carrillo, “ESTUDIO DE LAS DIATOMITAS DE ICA COMO MATERIA PRIMA EN LA FABRICACIÓN DE ÁRIDOS ARTIFICIALES DE ARCILLA PARA SU USO COMO AGREGADOS LIGEROS EN MEZCLAS DE HORMIGÓN DISEÑADOS EN BASE A LAS EXIGENCIAS DE LA NTP Y ASTM,” *INVESTIGACION & DESARROLLO*, vol. 20, no. 1, pp. 113–134, 2020, doi: 10.23881/idupbo.020.1-9i.
- [31] J. Ramirez, “CARACTERIZACIÓN DE LAS DIATOMITAS DE TAMBILLO, QUICAPATA Y LA MOYA-CUENCA AYACUCHO,” pp. 1–4, 2013. [Online]. Available: https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/987/1/Ramirez-Characterizacion_de_las_diatomitas_de_Tambillo.pdf
- [32] A. Díaz Valdiviezo, M. Carpio Ronquillo, and J. Ramírez Carrión, “Estudio Geológico Económico de las Rocas y Minerales Industriales en las Regiones de Moquegua y





- Tacna,” *INGEMMET*, pp. 2–173, 2011. [Online]. Available: <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/218>
- [33] A. Díaz and J. Ramírez, “Estudio Geológico-Económico de Rocas y Minerales Industriales de Arequipa y Alrededores,” Lima-Peú, pp. 1–173, 2010.
- [34] G. Tejada Bedoyal, “YACIMIENTO DE DIATOMITA EN TACNA,” pp. 56–69, 2019, [Online]. Available: <https://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/cyd/article/view/132>
- [35] B. Yilmaz and N. Ediz, “The use of raw and calcined diatomite in cement production,” *Cem Concr Compos*, vol. 30, no. 3, pp. 202–211, Mar. 2008, doi: 10.1016/j.cemconcomp.2007.08.003.
- [36] INACAL, “NTP 334.104 Cementos. Puzolana Natural,” vol. 2°, 2011.
- [37] RNE, “NORMA E.070 ALBAÑILERÍA,” 2019.
- [38] E. Pasquel, *TOPICOS DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO EN EL PERÚ*. Lima - Perú, 1993.
- [39] El Peruano, “REGLAMENTO TÉCNICO SOBRE CEMENTO HIDRÁULICO UTILIZADO EN EDIFICACIONES Y CONSTRUCCIONES EN GENERAL,” Perú, pp. 29–40, 2022. [Online]. Available: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2780390/D.S.%20N%20001-2022-PRODUCE.pdf.pdf>
- [40] INACAL, “CEMENTO DE ALBAÑILERIA,” 2017.
- [41] Norma Técnica Peruana, “AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos),” *NORMA TÉCNICA PERUANA 400.011*, 2008.
- [42] INACAL, “NTP 339.185 Agregados. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregado por secado,” vol. 1°, pp. 1–12, 2002, [Online]. Available: <https://toaz.info/doc-view-2>
- [43] INACAL, “NTP 400.012 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global,” vol. 2°, pp. 1–18, 2001, [Online]. Available: https://nanopdf.com/download/norma-tecnica-ntp-400012-peruana-2001-agregados_pdf
- [44] INACAL, “NTP 400.022 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino,” vol. 3°, pp. 1–25, 2013.

- [45] INACAL, “NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (‘Peso Unitario’) y los vacíos en los agregados,” vol. 3º, pp. 1–18, 2011.
- [46] INACAL, “NTP 334.057 Cementos. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Portland,” vol. 1º, pp. 1–6, 2002, [Online]. Available: https://kupdf.net/download/ntp-334057-2002_59cdd30008bbc55a21687071_pdf
- [47] INACAL, “NTP 339.046 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto),” pp. 1–7, 2008, [Online]. Available: <https://es.scribd.com/document/377143373/NTP-339-046-Peso-Unitario-y-Rendimiento-1-pdf>
- [48] INACAL, “NTP 334.051 Método para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland cubos de 50 mm de lado,” vol. 2º, 1998, [Online]. Available: <https://es.scribd.com/document/388990823/ntp-334-051>
- [49] ASTM, “ASTM C 1585 Método de ensayo normalizado para medir el ritmo de absorción de los hormigones de cemento hidráulico,” 2004.
- [50] INACAL, “339.235 Método de ensayo para la determinación del cambio de longitud de prismas de concreto debido a una reacción álcali-sílice,” vol. 1º, 2011.
- [51] INACAL, “NTP 399.605 Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería,” vol. 2º, pp. 1–23, 2013.
- [52] INACAL, “NTP 399.621 Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería,” 2004, [Online]. Available: <https://es.scribd.com/document/331040280/NTP-399-621-pdf>
- [53] INN - Chile, “NCh167 Construcción Ladrillos cerámicos - ENSAYOS,” 2001.
- [54] S. A. de C. V. Imerys Diatomita México, “Technical Data Celite 505™,” 2012.
- [55] INACAL, “NTP 399.610 Especificación normalizada para morteros,” 2003.
- [56] Z. Ahmadi, J. Esmaeili, J. Kasaei, and R. Hajialioghli, “Properties of sustainable cement mortars containing high volume of raw diatomite,” *Sustainable Materials and Technologies*, vol. 16, pp. 47–53, Jul. 2018, doi: 10.1016/j.susmat.2018.05.001.
- [57] N. Degirmenci and A. Yilmaz, “Use of diatomite as partial replacement for Portland cement in cement mortars,” *Constr Build Mater*, vol. 23, no. 1, pp. 284–288, Jan. 2009, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2007.12.008.

- [58] R. A. Carranza Terreros, “NUEVOS MATERIALES CONGLOMERANTES A PARTIR DE TIERRAS DE DIATOMEAS DE DISTINTO ORIGEN: REACTIVIDAD PUZOLÁNICA,” 2017. [Online]. Available: <http://masterdehormigon.es/images/TFM/RACT.pdf>
- [59] Gamboa Michel, “El cálculo del tamaño de la muestra en la investigación científica,” 2023, [Online]. Available: <https://www.proquest.com/docview/3084624719/2E45D309560943F9PQ/6?sourcetype=Scholarly%20Journals>
- [60] S. Li, S. Liu, and C. Jiang, “Analysis of the Influence and Mechanism of Diatomaceous Earth Internal Curing on the Autogenous Shrinkage and Early Crack Resistance of Cement-Based Materials with Low Water–Binder Ratio,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 14, 2024, doi: 10.3390/app14135397.

Anexos

Anexo 1: Panel Fotográfico - Contenido de Humedad

	
<p>Peso de muestra húmeda</p>	<p>Colocación de muestra dentro de horno</p>
	
<p>Secado durante 24 horas</p>	<p>Peso de muestra seca</p>

Anexo 2: Panel Fotográfico – Granulometría

		
<p>Se realizó un cuarteo de la muestra</p>	<p>Tamizado de muestra seca</p>	<p>Peso de material retenido en cada tamiz</p>

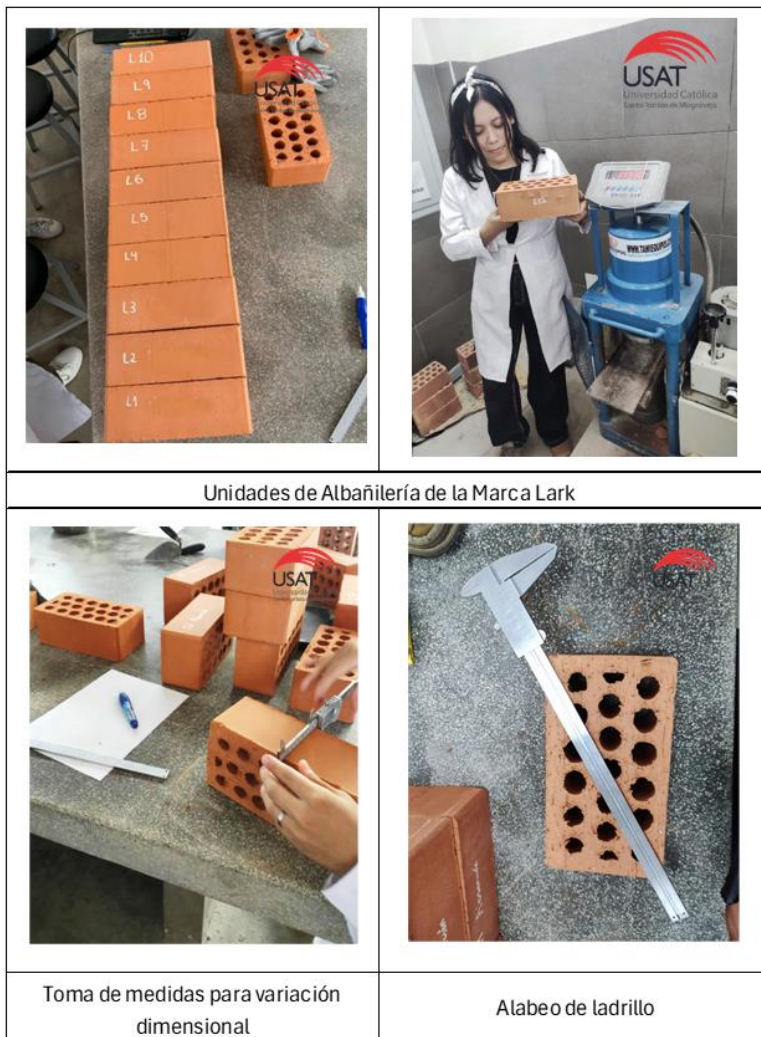
Anexo 3: Panel Fotográfico - Peso Específico y Absorción

	
<p>Agitamos de manera manual la fiola para disminuir las burbulas visibles</p>	<p>Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso frasco + Peso del agua.</p>
	
<p>Se dejó reposar durante 24 horas</p>	<p>Secado de muestra en el horno</p>

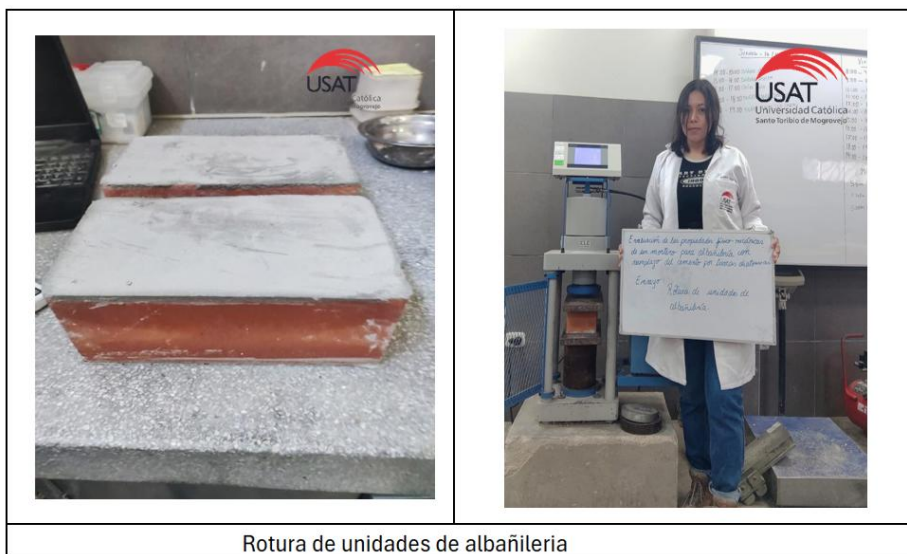
Anexo 4: Panel Fotográfico - Peso Unitario

		
<p>Pesamos el molde vacío y tomamos medidas de diámetro y altura</p>	<p>Llenado de molde para peso suelto</p>	<p>Peso compactado</p>

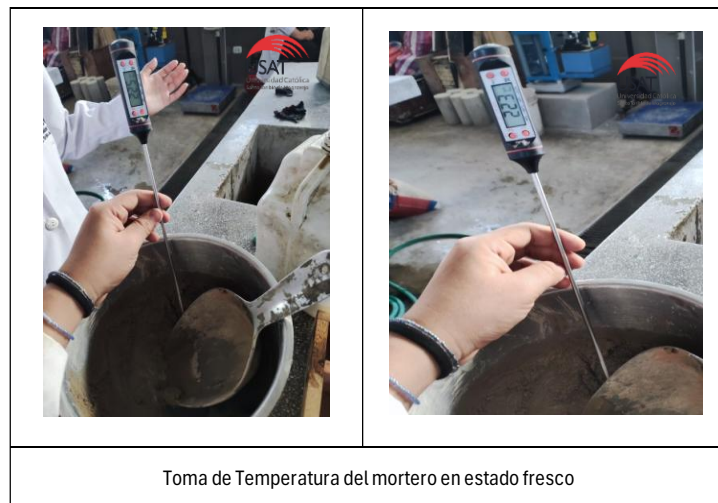
Anexo 5: Panel Fotográfico - Obtención de ladrillos marca Lark - Variación Dimensional y Alabeo



Anexo 6: Panel Fotográfico – Rotura de ladrillos



Anexo 7: Panel Fotográfico – Temperatura



Anexo 8: Panel Fotográfico – Fluidez



Anexo 9: Panel Fotográfico - Resistencia a la compresión de cubos de mortero

	
<p>Se utilizó una mezcladora para realizar el mortero</p>	<p>Se relleno el mortero dentro de los moldes</p>
	
<p>Rotura de cubos de mortero de 50x50x50 mm</p>	

Anexo 10: Panel Fotográfico – Peso Unitario

	
<p>Pesamos el molde y obtenemos sus medidas para sacar el volumen</p>	<p>Peso del molde lleno con mortero</p>

Anexo 11: Panel Fotográfico – Absorción

	
<p>Se sumergió durante 24 horas</p>	<p>Ya secos luego del horno se pesaron</p>

Anexo 12: Panel Fotográfico – Expansión por Reactividad de Álcali-Sílice

	
<p>Hidroxido de Sodio, sustancia utilizada en el ensayo</p>	<p>Expansometro y calibrador</p>
	
<p>Toma de medidas de expansión</p>	

Anexo 13: Panel Fotográfico – Resistencia a la compresión de pilas de Albañilería



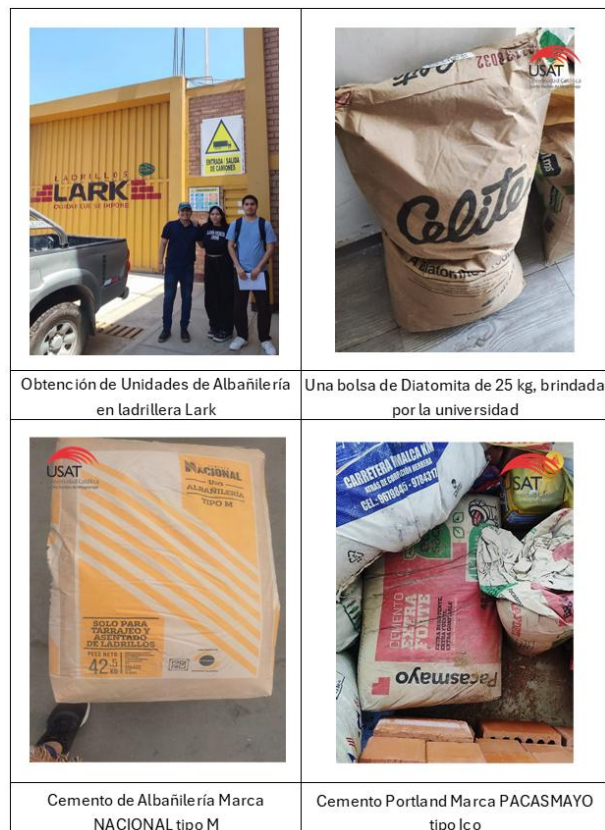
Anexo 14: Panel Fotográfico - Resistencia a la compresión Diagonal de un murete



Anexo 15: Panel Fotográfico - Adherencia por Cizalle



Anexo 16: Panel Fotográfico - Materiales empleados en la investigación



Anexo 17: Diseño de mezcla

DISEÑO DE MORTERO

Para una dosificación de mortero de 1:3

Cemento: 1 pie³ = 42.5 kg
 Arena: 3 pie³

Usamos la siguiente fórmula para hallar la cantidad de arena

$$3 \text{ pie}^3 = \frac{1 \text{ m}^3}{35.31 \text{ pie}^3} \text{ PUS}$$

$$3 \text{ pie}^3 = \frac{1 \text{ m}^3}{35.31 \text{ pie}^3} \cdot 1594.70 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Arena} = 135.47 \text{ kg}$$

Usamos la siguiente formula para hallar la cantidad de agua, en funcion a la relacion agua cemento de 0.7

$$0.70 * 42.5$$

$$\text{Agua} = 29.75$$

Calculamos el volumen del cemento:

$$\text{Cemento} = \frac{\text{Peso de bolsa de cemento}}{\text{Peso específico del cemento}}$$

$$\frac{42.5 \text{ kg}}{3100 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{Cemento: } 0.0137097 \text{ m}^3$$

Calculamos el volumen de arena:

$$\text{Arena fina} = \frac{\text{Peso de arena fina}}{\text{Peso específico de la arena fina}}$$

$$\frac{135.47 \text{ kg}}{2656.9273 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{Arena fina: } 0.0509876 \text{ m}^3$$

Calculamos el volumen de agua:

$$\text{Agua} = \frac{\text{Peso bolsa de cemento} \times \text{relacion A/C}}{\text{Peso específico del agua}}$$

$$42.5 \text{ kg} \quad * \quad 0.70 \\ 1000 \text{ kg/m}^3$$

Agua: 0.02975 m³

sumamos los volúmenes obtenidos, para hallar el volumen de aire atrapado:

Sub total: 0.0944473 m³

Aire atrapado: 5% 0.005 m³

Calculamos el rendimiento, que sera la suma total de los volúmenes obtenidos

Total (Rendimiento) 0.1 m³

$$\text{Cemento (bolsa)} = \frac{1}{\text{Rendimiento}}$$

10.08372951
Cemento= 10.08373 bolsas= 428.6 Kg

Arena fina = Cemento (bolsas) x Peso arena fina

Arena(kg) = 1366.0467 kg

Agua = Cemento (kg) x Relación A/C

Agua(litros)= 299.99095 litros

Aire Atrapado= 5%

Hallamos la cantidad de arena y agua para la cantidad de cemento hallada (8.2bolsas)

Arena fina húmeda = Arena seca x $(1 + \frac{w\%}{100})$

Arena fina humeda = 1378 kg

Agua efectiva = Agua - $(\frac{w\% - \text{abs}\%}{100}) \times \text{Arena fina}$

Agua efectiva= 297.4 litros

Material	Volumen	Peso
Cemento	1.00 m ³	1.00 kg
Arena fina	3.00 m ³	3.22 kg
Agua efectiva	29.49 Lt/bls	0.69 lt/kg

CORRECCION POR FLUIDEZ

Diseño patron

Cemento 1

Arena 3.22

Agua Efectiva 0.6938798

agua adicional por fluides 0.000

A/C 0.70

C= 0.9912569

NUEVA RELACIÓN

CEMENTO: 1.0

Arena fina: 3.22

Agua efectiva 0.69

calculamos la cantidad de volumen por m3 de mortero según rendimiento

cemento 1 pie3 = 42.5 kg

arena 3.22 m3 = 136.69 kg

agua 0.8 a/c = 34 L

aire atrapado 5 %

calculo del volumen del material

cemento 0.0137

arena 0.0510

agua 0.0298

aire atrapado 0.0047

Total

(rendimiento) 0.0992

calculo final del material según rendimiento

cemento 428.5585 kg

arena 1378.2993 kg

agua 342.8468 Litros

Anexo 18: Boleta de venta de ladrillos Lark



**BOLETA DE VENTA
ELECTRÓNICA**
RUC:20600006429
B001-1378

INVERSIONES MOCCE SOCIEDAD ANONIMA

FÁBRICA Y ADMINISTRACIÓN: CAR.PANAMERICANA NORTE KM. 799 Z.I. FUNDO SAN ANTONIO (FRENTE GRIFO MORI - SECTOR MOCCE)

LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - PERÚ

Teléfono:074 612260

PÁGINA WEB: www.ladriilloslark.com.pe

CORREO ELECTRÓNICO: ventas@ladriilloslarkmocce.pe

EMITIDO EN: VENTAS LAMBAYEQUE

CÓDIGO CLIENTE:	71718828	DNI:	71718828
SEÑOR(ES):	CASTRO BALLENA ARIANA ALEXANDRA		
DIRECCIÓN:	PRADERA OESTE MZ G LT 13 CPM SAN GERONIMO CHICLAYO CHICLAYO LAMBAYEQUE CHICLAYO CHICLAYO LAMBAYEQUE		
LUGAR DE ENTREGA (DESTINO):			
ZONA:	Moneda: SOL	FECHA DE EMISIÓN: 2023-10-06	

VENDEDOR:	DIAZ RIVERA GLADYS EDITH	OC / PEDIDO No:	
TIPO / DESPACHO:	RECOJO	PUNTO DESPACHO:	LAMBAYEQUE
		FORMA DE PAGO:	CONTADO

Item	Código	Cantidad	Unid. Med.	Descripción	Precio Unitario	Valor Unitario	Valor Venta
1	64	0.37	MBE	(64) LADRILLO KING KONG 30%-145	1,200.00	1,016.95	376.27

SON: CUATROCIENTOS CUARENTA Y CUATRO Y 00/100 SOLES



Total Valor de Venta - Operaciones Gravadas:	376.27
IGV: 18.00 %	67.73
Importe Total:	444.00

Banco (moneda)	NÚMERO DE CUENTA CORRIENTE	CCI
BANCO DE CREDITO DEL PERU	305-2209954-0-74	002-305-002209954074-16
BANCO CONTINENTAL	0011-0285-0100-129370	0011-285-000-100-129370-41
BANCO SCOTIABANK	000-2636743	009-409-00000-2636743-43

PASADO LOS 60 DÍAS SE COBRARÁ EL 5% MENSUAL POR CONCEPTO DE ALMACENAJE Y MANIPULEO

NO SE ACEPTAN DEVOLUCIONES DE EFECTIVO TODO CAMBIO SERA EN PRODUCTO

Anexo 19: Ficha técnica de cemento de Albañilería marca NACIONAL



FICHA TÉCNICA

CEMENTO NACIONAL TIPO ALBAÑILERÍA - PARA ACABADOS PERFECTOS (USO NO ESTRUCTURAL)

Es un cemento diseñado para su uso en todo tipo de acabados; mortero, tarrajeo y resanes no estructurales, otorga una buena trabajabilidad y excelentes acabados.

VENTAJAS

- Mayor trabajabilidad.
- Permite obtener mejores acabados.
- Mayor adherencia, reduciendo la merma.

USOS Y APLICACIONES

- Para resanes de estructuras.
- Para aceras y sardineles de concreto (uso no estructural).
- Para tarrajes de interiores y exteriores.
- Para asentado de bloques de cemento o ladrillo.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Este cemento cumple con las exigencias especificadas según NTP 334.069 y ASTM C-091.

PRESENTACIÓN

Contamos con presentaciones según la necesidad y requerimiento del cliente:

- Bolsa de 42.5 Kg.



ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN

- Almacenar las bolsas en un ambiente cerrado, seco y techado, separado de las paredes y pisos.
- Se recomienda no tener almacenado el cemento por tiempos prolongados que excedan los 60 días; pero de darse el caso cubrir el cemento con mantas de polietileno.
- Para evitar la compactación, apilarlas en 8 bolsas como máximo.

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Durante su manipulación utilizar equipo de protección personal (mascarilla, guantes, botas, casco, anteojos, etc.).

PROTECCIÓN
RESPIRATORIA



GUANTES
IMPERMEABLES



BOTAS
IMPERMEABLES



PROTECCIÓN
DE LA CABEZA



PROTECCIÓN
OCULAR



- El contacto directo con el producto seco o hidratado, puede causar irritación en la piel y los ojos. Evitar su contacto, en caso de haberse dado, lavarse con abundante agua y acudir a un médico.

- Manténganse fuera del alcance de los niños.



PERUMAT
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

+51 936 624 487

Oficina: Centro Empresarial Cunsac
Av. Nicolás Ayllón Nro. 2941 Dpto. E-5 - El Agustino

Almacén: Lt. 2 Mz. D1 Aass Agrupación Agropecuario Sumacpacha
Alt km 37.2 Panamericana Sur - Lurin

www.perumat.com.pe

ALBAÑILERÍA

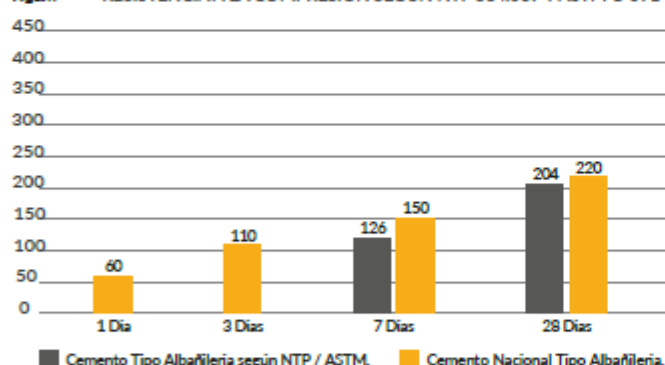
USO NO ESTRUCTURAL

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

*Valores promedios

PARÁMETRO	UNIDAD	CEMENTO NACIONAL TIPO ALBAÑILERÍA	REQUISITOS NTP 334.069 Y ASTM C-091
% De retenido en malla 325 (45 µm)	%	8	Máximo 24
Superficie específica	cm ² /g	5200	No específica
Resistencia a la Compresión			
Resistencia a la compresión a 1 día	kg/cm ²	60	No específica
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	110	No específica
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	150	Mínimo 126
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	220	Mínimo 204
Tiempo de Fraguado			
Fraguado vicat inicial	min.	180	Mínimo 45
Fraguado vicat final	min.	330	Máximo 1440
Retención de Agua			
Retención de agua	%	81	Mínimo 70

CUADRO COMPARATIVO DE RESISTENCIAS

Kg/cm² RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SEGÚN NTP 334.069 Y ASTM C-091

RECOMENDACIONES PARA LAS BUENAS PRÁCTICAS EN LA CONSTRUCCIÓN



Usar agua y agregados libres de impurezas.



Preparar la mezcla sobre superficies limpias.



Para evitar grietas, mantener curada la superficie por lo menos 7 días.



Utilizar los métodos de curado empleados en las buenas prácticas de construcción.



La proporción correcta de los agregados, cemento y agua, dará la resistencia buscada.



Proteger la superficie del concreto de pisos y losas de las condiciones ambientales extremas.


PERUMAT
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

☎ +51 936 624 487

 📍 Oficina: Centro Empresarial Cunsac
Av. Nicolás Ayllón Nro. 2941 Dpto. E-5 - El Agustino

 📍 Almacén: Lt. 2 Mz. D1 Aass Agrupación Agropecuario Sumacpacha
Alt km 37.2 Panamericana Sur - Lurin

🌐 www.perumat.com.pe

Anexo 20: Ficha Técnica de Cemento Pacasmayo Ico



DESCRIPCIÓN

Cemento Portland Compuesto Tipo ICo. Óptimo desarrollo de resistencias y excelente trabajabilidad, diseñado para uso general que no requieran condiciones especiales.

Usos

- Ideal para la ejecución de obras estructurales.
- Elementos de concreto que no requieran características especiales.
- Reparaciones, remodelaciones y diversas aplicaciones domésticas.
- Elaboración de morteros para pisos, nivelaciones, lechadas y emboquillados.

ATRIBUTOS

Trabajabilidad

Su excelente trabajabilidad permite una colocación compactación adecuada, minimizando la segregación y pérdida de material.

Frague óptima que garantiza el correcto vaciado del concreto.

Resistencia a la compresión



Diseñado con adiciones minerales que otorgan un óptimo desarrollo de resistencias.

PRESENTACIONES



*En cumplimiento de la Norma Metrología Peruana (NMP 002-2018)

RECOMENDACIONES DE USO

-  Utilizar agregados y materiales de buena calidad.
-  A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

DOSIFICACIONES RECOMENDADAS

- Las proporciones de los materiales están sujetas a la calidad de los agregados de la zona, y a la ejecución de un diseño de mezclas por un experto, pero es aceptado que con materiales aprobados para construcción se usen las siguientes proporciones.

Aplicación	Resistencia (f'c)	Cemento	Arena (kg/m³)	Piedra de tamaño máximo (mm)	Agua
Lisas, Aligeradas, pilas y otros	175	1	2	3	0.5 (l)
Vigas y columnas	210	1	2	2	0.5 (l)

(*) El agua debe ser la suficiente para lograr una consistencia trabajable (slump de 5 a 6 pulgadas), la mezcla no debe estar muy aguada, debe poder levantarse con un badijero sin escumarse rápidamente.

- Para otro tipo de concreto se requiere un diseño de mezclas específico, si se usan aditivos el agua debe reducirse.
- Usar un único recipiente de medida.

RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO

- 1 Los primeros cementos que entren, deben ser los primeros en salir.
- 2 Las bolsas de cemento deben almacenarse a una distancia de 15 cms como mínimo de las paredes del almacén y 60 cms de otras pilas.
- 3 Cubrir con una capa impermeable para evitar la humedad.
- 4 Reducir tiempo de almacenamiento cuando las temperaturas sean menores a 10°C.
- 5 Revisar la bolsa de cemento antes de usarla para verificar si es que tiene grumos. En caso tenga grumos, antes de su uso tamizar la bolsa.
- 6 Colocar parihuelas de madera para evitar la humedad del suelo.
- 7 Evitar la circulación del aire entre bolsas en el apilado.



Cemento Extraforte

Cemento Portland Compuesto Tipo ICo

Requisitos normalizados - NTP 334.090

REQUISITOS QUÍMICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
MgO	Máximo	6.0	%	NTP 334.086	1.6
SO ₃	Máximo	4.00	%	NTP 334.086	2.72

REQUISITOS FÍSICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
Finura					
Retenido M325	-	-	%	NTP 334.045	2.5
Superficie específica	-	-	m ² /kg	NTP 334.002	539
Densidad	-	-	g/cm ³	NTP 334.005	2.97
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	NTP 334.004	0.07
Contracción en autoclave	Máximo	0.20	%	NTP 334.004	-
Tiempo de Fraguado Vicat					
Fraguado inicial	Mínimo	45	Minutos	NTP 334.006	150
Fraguado final	Máximo	420	Minutos	NTP 334.006	278
Contenido de aire en mortero	Máximo	12.0	%	NTP 334.048	6
Resistencia a la compresión					
3 días	Mínimo	13.0 (1890)	MPa (psi)	NTP 334.051	22.3 (3230)
7 días	Mínimo	20.0 (2900)	MPa (psi)	NTP 334.051	28.1 (4080)
28 días	Mínimo	25.0 (3620)	MPa (psi)	NTP 334.051	35.3 (5120)

*Valores promedios referenciales de lotes despachados.

El cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.090.

Anexo 21: Ficha Técnica de la Diatomita

**Imerys Diatomita México, S.A. de C.V.**

José Antonio Torres No. 400 s/Colonia; General Andrés Figueroa, Jalisco, C.P.45765

Conmutador: (52 326) 434-2000 Fax: (52 326) 434 2067

Oficinas México: (52 55) 5279-9170 Fax: (52 55) 5279-9183

Technical Data

Celite 505™**TYPICAL PHYSICAL PROPERTIES**

Color	Pink
Appearance	Powder
Origin	Plankton Fresh Water Diatomite
Description	Natural Product Calcined Filter Aid
Permeability, Darcys	0.09
Wet Density, g/L	307
lb/ft ³	19.2
325 Mesh Screen Residue, %	1.10
Median Cake Pore Size, Microns	2.7
pH	5.2
Specific Gravity	2.1
Moisture as shipped, %	0.5

TYPICAL CHEMICAL ANALYSIS, %

SiO ₂	91.4
Al ₂ O ₃	3.8
Fe ₂ O ₃	1.9
P ₂ O ₅	0.2
TiO ₂	0.2
CaO	0.6
MgO	0.2
Na ₂ O + K ₂ O	1.2

The typical physical or chemical properties of Imerys Diatomita Mexico products represent average values obtained in accordance with accepted test methods and are subject to normal manufacturing variations. They are supplied as a technical service and are subject to change without notice. Typical data shown above are considered accurate and reliable; no guarantee is given or intended.

January / 09 /2012

Anexo 23: Informe de laboratorio de Peso Unitario, específico y Contenido de humedad



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista: Castro Ballena Ariana Alexandra
Escuela: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomeas
Lugar: Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: miércoles, 15 de Mayo de 2024

Ensayo: Peso unitario del agregado fino
Referencia: N.T.P. 400.017

SUELTO

1.- Peso de la muestra húmeda (g)	8907	8903
2.- Volumen del molde (m3)		0.00553
3.- Peso unitario suelto húmedo (kg/m3)		1609
4.- PESO UNIT. SUELTO SECO (kg/m3)		1595

COMPACTADO

1.- Peso de la muestra húmeda (g)	9949	9955
2.- Volumen del molde (m3)		0.00553449
3.- Peso unitario suelto húmedo (kg/m3)		1798
4.- PESO UNIT. COMPACTADO SECO (kg/m3)		1782

Ensayo: Peso específico y absorción del agregado fino
Referencia: N.T.P. 400.022

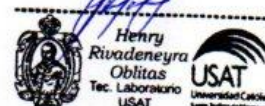
1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.	g	500.0	500.0
2.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso frasco + Peso del agua.	g	956.1	956.1
3.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso del frasco.	g	643.0	643.0
4.- Peso del Agua.	g	313.1	313.1
5.- Peso del Frasco	g	143.0	143.0
6.- Peso de la Muest. secada horno + Peso del frasco.	g	639.5	639.5
7.- Peso de la Muest. seca en el horno.	g	496.5	496.5
8.- Volumen del frasco.	cm ³	500.0	500.0

Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE LA ARENA.	g/cm ³	2.657	2.657	2.657
B.- PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S.	g/cm ³	2.676	2.676	2.676
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	g/cm ³	2.708	2.708	2.708
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.	%	0.70	0.70	0.70

Ensayo: Contenido de humedad
Referencia: N.I.P. 339.185

1.- Peso de la muestr. Húmeda (g)	951.67	951.67
2.- Peso de la muestra seca (g)	943.21	943.21
3.- Cont. Humedad (%)	0.897	0.897
4.- Promedio (%)		0.897



TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 24: Informe de laboratorio del Diseño de Mezcla



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista: Castro Ballena Ariana Alexandra
Escuela: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomeas
Lugar: Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: miércoles, 15 de Mayo de 2024

Diseño de Mezcla

Descripción	Relación Agua/Material cementante	Material Cementante (MC)		Arena (kg)	Agua (l)
		Cemento (kg)	Diatomita (kg)		
Mortero patrón con cemento de albañilería marca Nacional (CA)	0.7	1.00	0.00	3.22	0.7
Mortero con cemento de albañilería + 5% diatomita	0.7	0.95	0.05	3.22	0.7
Mortero con cemento de albañilería + 15% diatomita	0.7	0.85	0.15	3.22	0.7
Mortero con cemento de albañilería + 25% diatomita	0.7	0.75	0.25	3.22	0.7
Mortero patrón con cemento portland tipo ICO	0.7	1.00	0.00	3.22	0.7



Henry Rivadeneyra Oblitas
Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



Anexo 25: Informe de laboratorio de Variación dimensional de ladrillo



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista: Castro Ballena Ariana Alexandra
Escuela: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomeas
Lugar: Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: miércoles, 15 de Mayo de 2024

Fabricante: Ladrillos Lark
Tipo de ladrillo: Ladrillo King Kong 30% Vacío

Ensayo: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería - Variación Dimensional

Referencia: N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra Nº	LARGO (l) (mm)	ANCHO (a) (mm)	ALTO (e) (mm)
1	239.11	130.30	90.15
2	239.13	131.25	90.74
3	238.88	131.50	90.71
4	239.05	130.70	90.22
5	239.03	131.36	90.76
6	238.12	130.56	90.26
7	238.78	131.07	90.94
8	241.00	130.86	90.43
9	239.08	130.73	90.12
10	238.25	130.87	90.73
PROMEDIO (mm)	239.04	130.92	90.51
VARIACIÓN DIMENSIONAL (%)	-0.400%	0.708%	0.562%



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

Anexo 26: Informe de laboratorio de alabeo y resistencia a la compresión del ladrillo



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista: Castro Ballena Ariana Alexandra
Escuela: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomeas
Lugar: Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: miércoles, 15 de Mayo de 2024

Fabricante: Ladrillos Lark
Tipo de ladrillo: Ladrillo King Kong 30% Vacio

Ensayo: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería - Alabeo

Referencia: N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
1	1.10 mm	0.00 mm	0.44 mm	0.00 mm
2	1.29 mm	0.00 mm	0.00 mm	0.42 mm
3	1.35 mm	0.00 mm	0.80 mm	0.00 mm
4	1.05 mm	0.00 mm	0.76 mm	0.00 mm
5	1.06 mm	0.00 mm	0.78 mm	0.00 mm
6	1.34 mm	0.00 mm	1.02 mm	0.00 mm
7	1.00 mm	0.00 mm	0.42 mm	0.00 mm
8	0.87 mm	0.00 mm	0.66 mm	0.00 mm
9	0.92 mm	0.00 mm	0.63 mm	0.00 mm
10	0.80 mm	0.00 mm	0.57 mm	0.00 mm
PROMEDIO	1.11 mm	0.00 mm	0.61 mm	0.05 mm

Ensayo: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería - Resistencia a la Compresión

Referencia: N.T.P. 399.613 : 2005

Muestra N°	LARGO	ANCHO	ÁREA TRIBUTARIA	CARGA MAX	RESISTENCIA (f' b) kg/cm ²
1	239.11	130.30	31156.36	60573.60	1.94
2	239.13	131.25	31385.16	53435.30	1.70
3	238.88	131.50	31411.11	59130.70	1.88
4	239.05	130.70	31244.43	54620.20	1.75
5	239.03	131.36	31398.32	63163.10	2.01
PROMEDIO					1.86



Anexo 27: Informe de laboratorio del ensayo de fluidez



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista: Castro Ballena Ariana Alexandra
Escuela: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomeas
Lugar: Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: miércoles, 15 de Mayo de 2024

Ensayo: CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Portland
Referencia: NTP 334.057

Descripción de la muestra	Diametro de Inicio en mm	Diámetros mm	Promedio diámetros	% De Fluidez
Mortero patrón con cemento de albañilería marca Nacional (CA)	90	189.0	190.3	111.39
		187.0		
		192.0		
		193.0		
Mortero con cemento de albañilería + 5% diatomita	90	185.0	186.3	107.03
		187.7		
		185.0		
		187.6		
Mortero con cemento de albañilería + 15% diatomita	90	175.0	175.0	94.44
		175.1		
		175.4		
		174.5		
Mortero con cemento de albañilería + 25% diatomita	90	163.5	162.9	80.97
		165.0		
		159.0		
		164.0		
Mortero patrón con cemento portland tipo ICO	90	189	189.1	110.14
		189.5		
		188		
		190		



Henry Rivañeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



Anexo 28: Informe de laboratorio - Peso Unitario



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista: Castro Ballena Ariana Alexandra
Escuela: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomeas
Lugar: Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: miércoles, 15 de Mayo de 2024

Ensayo: Método de ensayo gravimétrico para determinar el peso por metro cúbico, rendimiento y contenido de aire del hormigón

Referencia: NTP 339.046

Descripción de la muestra	P MORTERO + RECIPIENTE (g)	RECIPIENTE (g)	VOLUMEN (cm ³)	PESO UNITARIO MORTERO (Kg/m ³)
Mortero patrón con cemento de albañilería marca Nacional (CA)	991.37	702.31	125	2312.48
Mortero con cemento de albañilería + 5% diatomita	984.71	700.03	125	2277.44
Mortero con cemento de albañilería + 15% diatomita	979.93	702.31	125	2220.96
Mortero con cemento de albañilería + 25% diatomita	971.11	700.03	125	2168.64
Mortero patrón con cemento portland tipo ICO	992.28	702.31	125	2319.76



Henry Rivadeneira Oblitas
Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Anexo 29: Informe de laboratorio – Temperatura



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista: Castro Ballena Ariana Alexandra
Escuela: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomeas
Lugar: Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: miércoles, 15 de Mayo de 2024

Ensayo: Temperatura
Referencia: Norma ASTM C1014

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Temperatura
Mortero patrón con cemento de albañilería marca Nacional (CA)	22.3°
Mortero con cemento de albañilería + 5% diatomita	20.9°
Mortero con cemento de albañilería + 15% diatomita	21.8°
Mortero con cemento de albañilería + 25% diatomita	22.1°
Mortero patrón con cemento portland tipo ICO	22.5°



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

Anexo 30: Informe de laboratorio - Resistencia a la compresión de mortero patrón con cemento de albañilería usando especímenes cúbicos



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista: Castro Ballena Ariana Alexandra
Escuela: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomeas
Lugar: Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: miércoles, 15 de Mayo de 2024

Ensayo: CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado

Referencia: NTP 334.051

Descripción de muestra	N° de muestra	Edad de la muestra	P= Carga máxima de rotura (Kg)	Largo cm	Ancho cm	A= Área de la sección transversal	f'c= Resistencia a la Compresión (Kg/cm2)
Mortero patrón con cemento de albañilería marca Nacional (CA)	01	7	2584	5.0	5.1	25.00	103.4
	02	7	2651	5.1	5.0	25.25	105.0
	03	7	2487	5.0	5.0	25.00	99.5
	04	14	3854	5.0	5.0	25.00	154.2
	05	14	3758	5.1	5.2	26.52	141.7
	06	14	3930	5.2	5.1	26.11	150.5
	07	21	4053	5.0	5.0	25.00	162.1
	08	21	4076	5.0	5.1	25.50	159.9
	09	21	4384	5.1	5.0	25.50	171.9
	10	28	4438	5.0	5.1	25.50	174.0
	11	28	4393	5.1	5.0	25.50	172.3
	12	28	4160	5.0	5.2	26.00	160.0



Henry Rivadeneira Oblitas
Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Anexo 31: Informe de laboratorio - Resistencia a la compresión de mortero con cemento de albañilería + 5% diatomita usando especímenes cúbicos



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista: Castro Bailena Ariana Alexandra
Escuela: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomeas
Lugar: Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: miércoles, 15 de Mayo de 2024

Ensayo: CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado

Referencia: NTP 334.051

Descripción de muestra	N° de muestra	Edad de la muestra	P= Carga máxima de rotura (Kg)	Largo cm	Ancho cm	A= Área de la sección transversal	f _c = Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
Mortero con cemento de albañilería + 5% diatomita	01	7	2787	5.0	5.0	25.00	111.5
	02	7	2836	5.0	5.1	25.34	111.9
	03	7	2885	5.0	5.0	25.00	115.4
	04	14	3822	4.9	4.9	24.01	159.2
	05	14	4154	5.0	5.0	25.00	166.2
	06	14	4505	5.1	5.0	25.50	176.7
	07	21	4650	5.1	5.1	26.44	175.9
	08	21	4810	5.2	5.1	26.52	181.4
	09	21	4616	5.1	5.0	25.75	179.3
	10	28	4879	5.2	5.2	26.83	181.8
	11	28	4891	5.2	5.1	26.52	184.4
	12	28	4901	5.2	5.0	25.90	189.2



Henry Rivadeneira Obitas
Tec. Laboratorio USAT

Anexo 32: Informe de laboratorio - Resistencia a la compresión de mortero con cemento de albañilería + 15% diatomita usando especímenes cúbicos



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista: Castro Ballena Ariana Alexandra
Escuela: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomeas
Lugar: Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: miércoles, 15 de Mayo de 2024

Ensayo: CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado

Referencia: NTP 334.051

Descripción de muestra	N° de muestra	Edad de la muestra	P= Carga máxima de rotura (Kg)	Largo cm	Ancho cm	A= Área de la sección transversal	f _c = Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
Mortero con cemento de albañilería + 15% diatomita	01	7	2471	5.0	5.0	25.00	98.8
	02	7	2215	4.9	4.9	23.77	93.2
	03	7	2626	5.1	5.1	26.04	100.8
	04	14	3522	5.1	5.0	25.50	138.1
	05	14	3400	5.0	5.0	25.00	136.0
	06	14	3439	5.0	5.2	26.00	132.3
	07	21	3524	4.9	4.9	23.69	148.7
	08	21	3646	5.0	5.0	25.00	145.8
	09	21	3613	5.0	5.0	25.00	144.5
	10	28	3916	5.0	5.1	25.50	153.6
	11	28	3654	5.0	5.1	25.50	143.3
	12	28	3829	5.1	5.0	25.50	150.1



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

Anexo 33: Informe de laboratorio - Resistencia a la compresión de mortero con cemento de albañilería + 25% diatomita usando especímenes cúbicos



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista: Castro Ballena Ariana Alexandra
Escuela: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomeas
Lugar: Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: miércoles, 15 de Mayo de 2024

Ensayo: CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado

Referencia: NTP 334.051

Descripción de muestra	N° de muestra	Edad de la muestra	P= Carga máxima de rotura (Kg)	Largo cm	Ancho cm	A= Área de la sección transversal	f _c = Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
Mortero con cemento de albañilería + 25% diatomita	01	7	1856	5.0	5.0	25.00	74.2
	02	7	1929	5.0	5.0	25.05	77.0
	03	7	2024	5.0	4.9	24.61	82.2
	04	14	2849	5.1	5.2	26.52	107.4
	05	14	2682	5.2	5.1	26.51	101.1
	06	14	2779	5.0	4.9	24.50	113.4
	07	21	3106	5.1	5.1	26.21	118.5
	08	21	3160	5.2	5.2	27.04	116.9
	09	21	2914	5.2	5.0	26.00	112.1
	10	28	3231	5.0	5.1	25.52	126.6
	11	28	3119	5.1	5.1	26.01	119.9
	12	28	3025	5.2	5.0	25.90	116.8



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT




Anexo 34: Informe de laboratorio - Resistencia a la compresión de mortero patrón con cemento Ico usando especímenes cúbicos



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista: Castro Ballena Ariana Alexandra
Escuela: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomeas
Lugar: Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: miércoles, 15 de Mayo de 2024

Ensayo: CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado

Referencia: NTP 334.051

Descripción de muestra	N° de muestra	Edad de la muestra	P= Carga máxima de rotura (Kg)	Largo cm	Ancho cm	A= Área de la sección transversal	f _c = Resistencia a la Compresión (Kg/cm ²)
Mortero patrón con cemento portland tipo ICO	01	7	2722	4.9	4.9	24.01	113.4
	02	7	3223	4.9	5.0	24.55	131.3
	03	7	3327	5.1	5.1	26.01	127.9
	04	14	4170	5.0	5.0	25.00	166.8
	05	14	3712	4.9	4.9	23.77	156.2
	06	14	4210	4.9	5.0	24.50	171.8
	07	21	4730	5.0	4.9	24.50	193.1
	08	21	5187	5.1	5.0	25.50	203.4
	09	21	4599	4.9	4.9	24.01	191.6
	10	28	5148	5.0	4.9	24.50	210.1
	11	28	5502	5.1	5.0	25.25	217.9
	12	28	4976	5.0	5.0	25.00	199.0



Henry Rivadenebra Obitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Anexo 35: Informe de laboratorio – Absorción



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista: Castro Ballena Ariana Alexandra
Escuela: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomeas
Lugar: Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: miércoles, 15 de Mayo de 2024

Ensayo: Ensayo de Absorción natural unidades de Mortero

Referencia: NTP 331.017

Identificación	Muestra	Peso Saturado (g)	Peso Seco (g)	Absorción (%)
Mortero patrón con cemento de albañilería marca Nacional (CA)	01	348	318.9	9.13
	02	338.4	311.7	8.57
	03	349.8	314.5	11.22
Mortero con cemento de albañilería + 5% diatomita	04	346.3	314.8	10.01
	05	344.1	315.3	9.13
	06	341.2	311.7	9.46
Mortero con cemento de albañilería + 15% diatomita	07	336.7	306.90	9.71
	08	330.5	301.80	9.51
	09	340.6	308.20	10.51
Mortero con cemento de albañilería + 25% diatomita	10	322.4	293.60	9.81
	11	332.7	302.20	10.09
	12	336.4	304.50	10.48
Mortero patrón con cemento portland tipo ICO	13	351.4	319.20	10.09
	14	352.8	323.40	9.09
	15	348.6	319.30	9.18



Henry Rivadeneira Oblitas
Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Anexo 36: Informe de laboratorio - Adherencia por cizalle



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista: Castro Ballena Ariana Alexandra
Escuela: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomeas
Lugar: Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: miércoles, 15 de Mayo de 2024

Ensayo: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la adherencia a cizalle en prisma de albañilería

Referencia: NCh167 : 2001

Muestra N°	Descripción de muestra	Edad (Días)	L (cm)	A (cm)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Esfuerzo de compresión a la adherencia (kg/cm ²)
01	Mortero patrón con cemento de albañilería marca Nacional (CA)	28	12.09	13.10	316.76	1980.1	6.25
02		28	12.10	13.20	319.44	1870.5	5.86
03		28	12.02	13.24	318.29	2066.4	6.49
04	Mortero con cemento de albañilería + 5% diatomita	28	12.01	13.07	313.94	2097.3	6.68
05		28	12.11	13.01	315.10	2145.7	6.81
06		28	12.05	13.04	314.26	2003.50	6.38
07	Mortero con cemento de albañilería + 15% diatomita	28	12.03	13.07	314.46	1658.6	5.27
08		28	12.08	13.02	314.56	1942.7	6.18
09		28	12.03	13.05	313.98	1708.7	5.44
10	Mortero con cemento de albañilería + 25% diatomita	28	12.04	13.01	313.28	1306.2	4.17
11		28	12.08	13.03	314.80	1387.6	4.41
12		28	12.02	13.10	314.92	1118.6	3.55
13	Mortero patrón con cemento portland tipo ICO	28	12.16	13.19	320.78	1734.7	5.41
14		28	12.07	13.05	315.03	1834.1	5.82
15		28	12.10	13.17	318.66	1946.1	6.11



Anexo 37: Informe de laboratorio - Resistencia a la compresión de prismas de albañilería



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista: Castro Ballena Ariana Alexandra
Escuela: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomeas
Lugar: Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: miércoles, 15 de Mayo de 2024

Ensayo: UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería
Referencia: N.T.P. 339.605 : 2003

Descripción de la muestra	Muestra N°	Edad (Días)	h (cm)	e (cm)	Relación (h/e)	Área bruta (cm ²)	Carga (kg)	Coef. De corrección	F'm (kg/cm ²)	F'm corr. (kg/cm ²)
Mortero patrón con cemento de albañilería marca Nacional (CA)	01	28	31.6	13.043	2.42	311.7277	42330	1.034	135.8	140.38
	02	28	31.7	13.085	2.42	311.423	39271.8	1.034	126.1	130.37
	03	28	31.55	13.02	2.42	308.9646	38511.1	1.034	124.6	128.87
Mortero con cemento de albañilería + 5% diatomita	04	28	31.85	13.01	2.45	309.7681	43773.5	1.036	141.3	146.38
	05	28	31.94	13.07	2.44	312.5037	41576.1	1.036	133.04	137.77
	06	28	31.79	13.05	2.44	311.2	40749.80	1.035	130.9262	135.49
Mortero con cemento de albañilería + 15% diatomita	07	28	31.53	13.18	2.39	319.0	39107.70	1.031	122.6116	126.46
	08	28	31.5	13.15	2.40	318.5	41295.90	1.032	129.6603	133.76
	09	28	31.62	13.21	2.39	319.3	41045.90	1.031	128.5554	132.60
Mortero con cemento de albañilería + 25% diatomita	10	28	31.74	13.06	2.43	312.5	35911.30	1.034	114.9067	118.86
	11	28	31.6	13.07	2.42	311.1	37180.20	1.033	119.5251	123.52
	12	28	31.54	13.09	2.41	311.5	38851.40	1.033	124.7068	128.79
Mortero patrón con cemento portland tipo ICO	13	28	31.62	13.02	2.43	312.5	45197.80	1.034	144.6375	149.61
	14	28	31.95	13.04	2.45	311.7	44355.30	1.036	142.3213	147.45
	15	28	31.6	13.1	2.42	311.066	39707.1	1.033	127.6485	131.91



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

Anexo 38: Informe de laboratorio - Módulo de Elasticidad



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista: Castro Ballena Ariana Alexandra
Escuela: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomeas
Lugar: Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión: miércoles, 15 de Mayo de 2024

Ensayo: UNIDADES DE ALBAÑERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de prisma de albañilería
Referencia: N.T.P. 339.605 : 2003

Descripción de la muestra	Muestra N°	P 50% (KN)	P 10% (KN)	A (mm2)	E50%	E 20%	Li (mm)	E'm (Mpa)
Mortero patrón con cemento de albañilería marca Nacional (CA)	01	207.558	41.512	31173	0.445	0.178	239.0	4768.04
	02	192.562	38.512	31142	0.470	0.188	238.0	4174.83
	03	188.832	37.766	30896	0.380	0.152	237.3	5088.86
Mortero con cemento de albañilería + 5% diatomita	04	214.636	42.927	30977	0.430	0.172	238.1	5115.58
	05	203.861	40.772	31250	0.405	0.162	239.1	5135.02
	06	199.810	39.962	31124	0.470	0.188	238.5	4343.57
Mortero con cemento de albañilería + 15% diatomita	07	191.758	38.352	31896	0.440	0.176	242.0	4408.83
	08	202.487	40.497	31849	0.460	0.184	242.2	4463.27
	09	201.261	40.252	31929	0.425	0.170	241.7	4779.77
Mortero con cemento de albañilería + 25% diatomita	10	176.085	35.217	31253	0.390	0.156	239.3	4609.49
	11	182.307	36.461	31133	0.420	0.168	238.2	4428.09
	12	190.501	38.100	31154	0.385	0.154	238.0	5040.06
Mortero patrón con cemento portland tipo ICO	13	221.620	44.324	31249	0.545	0.218	240.1	4165.87
	14	217.488	43.498	31179	0.515	0.206	239.1	4318.07
	15	194.697	38.939	31094	0.395	0.158	237.9	5028.34



Henry Rivadeneira Oblitas
Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Anexo 39: Informe de laboratorio - Ensayo de resistencia a la compresión diagonal con mortero patrón con cemento de albañilería



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chidayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitud de Ensayo : 1711A_23/ LEMS W&C
Solicitante : Ariana Alexandra Castro Ballena
Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomea
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Viernes, 17 de noviembre del 2023
Inicio de ensayo : Viernes, 17 de noviembre del 2023
Fin de ensayo : Viernes, 17 de noviembre del 2023
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	Mortero - Patrón con cemento de albañilería	20/10/2023	17/11/2023	28	609	612	132	80123	119916	1.06	10.79
02	Mortero - Patrón con cemento de albañilería	20/10/2023	17/11/2023	28	614	609	131	80373	145600	1.28	13.06
03	Mortero - Patrón con cemento de albañilería	20/10/2023	17/11/2023	28	620	608	130	80597	166898	1.46	14.93

OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 25110

Henry Rivadeneira Obilias
Tec. Laboratorio USAT
USAT
Universidad Católica Santa María Magdalena

LABORATORIO DE SUELOS, GEOTECNIA Y FUNDACIONES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 40: Informe de Laboratorio - Ensayo de resistencia a la compresión diagonal con mortero patrón con cemento de portland Ico



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitud de Ensayo : 1711A_23/ LEMS W&C
Solicitante : Ariana Alexandra Castro Ballena
Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomea
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Viernes, 17 de noviembre del 2023
Inicio de ensayo : Viernes, 17 de noviembre del 2023
Fin de ensayo : Viernes, 17 de noviembre del 2023
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	Mortero patrón con cemento portland ICO	20/10/2023	17/11/2023	28	600	604	130	78103	131611	1.19	12.15
02	Mortero patrón con cemento portland ICO	20/10/2023	17/11/2023	28	603	601	130	78663	124597	1.12	11.42
03	Mortero patrón con cemento portland ICO	20/10/2023	17/11/2023	28	604	603	130	78662	145845	1.31	13.37

OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246594

Henry Rivadeneira Obillas
Tec. Laboratorio USAT
USAT
Universidad Católica del Perú

USAT
Laboratorio de Ensayos de Materiales
TECNICO DE LABORATORIO

Anexo 41: Informe de laboratorio - Ensayo de resistencia a la compresión diagonal con mortero patrón con cemento de albañilería + 5% diatomita



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitud de Ensayo : 1711A_23/ LEMS W&C
Solicitante : Ariana Alexandra Castro Ballena
Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomea
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Viernes, 17 de noviembre del 2023
Inicio de ensayo : Viernes, 17 de noviembre del 2023
Fin de ensayo : Viernes, 17 de noviembre del 2023
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm2)
01	Mortero patrón con cemento de albañilería 95% + diatomita 5%	20/10/2023	17/11/2023	28	602	603	131	78802	169615	1.52	15.52
02	Mortero patrón con cemento de albañilería 95% + diatomita 5%	20/10/2023	17/11/2023	28	602	608	132	79171	163484	1.46	14.89
03	Mortero patrón con cemento de albañilería 95% + diatomita 5%	20/10/2023	17/11/2023	28	603	604	131	78934	149132	1.34	13.62

OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 744544

Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT

USAT
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
TECNICO DE LABORATORIO

Anexo 42: Informe de Laboratorio - Ensayo de resistencia a la compresión diagonal con mortero patrón con cemento de albañilería + 15% diatomita



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycir.com

Solicitud de Ensayo : 1711A_23/ LEMS W&C
Solicitante : Ariana Alexandra Castro Ballena
Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomea
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Viernes, 17 de noviembre del 2023
Inicio de ensayo : Viernes, 17 de noviembre del 2023
Fin de ensayo : Viernes, 17 de noviembre del 2023
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	Mortero patrón con cemento de albañilería 85% + diatomita 15%	20/10/2023	17/11/2023	28	623	623	132	81964	176305	1.52	15.51
02	Mortero patrón con cemento de albañilería 85% + diatomita 15%	20/10/2023	17/11/2023	28	604	602	132	79534	164906	1.47	14.95
03	Mortero patrón con cemento de albañilería 85% + diatomita 15%	20/10/2023	17/11/2023	28	614	620	131	80732	118985	1.04	10.63

OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 246564

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT
Laboratorio Calificado
www.usat.org.pe

USAT
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 43: Informe de Laboratorio - Ensayo de resistencia a la compresión diagonal con mortero patrón con cemento de albañilería + 25% diatomita



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitud de Ensayo : 1711A_23/ LEMS W&C
Solicitante : Ariana Alexandra Castro Ballena
Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomea
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Viernes, 17 de noviembre del 2023
Inicio de ensayo : Viernes, 17 de noviembre del 2023
Fin de ensayo : Viernes, 17 de noviembre del 2023
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm ²)	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm ²)
01	Mortero patrón con cemento de albañilería 75% + diatomita 25%	20/10/2023	17/11/2023	28	605	603	131	79497	131111	1.17	11.89
02	Mortero patrón con cemento de albañilería 75% + diatomita 25%	20/10/2023	17/11/2023	28	605	609	131	79303	116553	1.04	10.60
03	Mortero patrón con cemento de albañilería 75% + diatomita 25%	20/10/2023	17/11/2023	28	606	608	131	79302	117965	1.05	10.72

OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SIELOS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIPR 246646

Henry Rivascheyra Obillos
Tec. Laboratorio USAT

USAT
LABORATORIO NACIONAL DE INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS
TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo 44: Informe de Laboratorio - Módulo de Corte



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitud de Ensayo : **1711A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Ariana Alexandra Castro Ballena
 Proyecto : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomea
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo , Reg. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Viernes, 17 de noviembre del 2023
 Inicio de Ensayo : Viernes, 17 de noviembre del 2023
 Fin de Ensayo : Viernes, 17 de noviembre del 2023
ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.

REFERENCIA : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Identificación	Muestras	P 50%	P 20%	A	EV50%	EV 20%	EH50%	EH 20%	LI V	LI H	G _m
Mortero patrón con cemento de albañilería	M-1	59.96	23.98	80300.5	0.186	0.074	0.059	0.023	609.3	612.0	1868.51
	M-2	72.80	29.12	80071.5	0.215	0.086	0.062	0.025	614.0	609.4	2011.91
	M-3	83.45	33.38	79848.9	0.199	0.079	0.086	0.034	619.5	608.0	2262.74
Mortero con cemento de albañilería 95% + diatomita 5%	M-4	84.81	33.92	78893.4	0.237	0.095	0.105	0.042	602.0	603.4	1896.31
	M-5	81.74	32.70	79558.8	0.246	0.098	0.065	0.026	601.6	607.5	1994.74
	M-6	74.57	29.83	78972.6	0.211	0.084	0.076	0.030	603.0	603.6	1987.82
Mortero con cemento de albañilería 85% + diatomita 15%	M-7	88.15	35.26	81928.9	0.256	0.102	0.090	0.036	623.4	622.7	1937.96
	M-8	82.45	32.98	78792.5	0.186	0.074	0.080	0.032	603.9	601.8	2377.75
	M-9	59.49	23.80	78650.2	0.180	0.072	0.102	0.041	604.5	600.9	1817.91
Mortero con cemento de albañilería 75% + diatomita 25%	M-10	65.56	26.22	79365.6	0.182	0.065	0.110	0.044	605.0	603.0	1834.77
	M-11	58.28	23.31	79572.1	0.159	0.064	0.071	0.028	605.0	609.1	1934.66
	M-12	58.98	23.59	79439.5	0.190	0.076	0.090	0.036	606.1	608.2	1809.00
Mortero con cemento portland ICO	M-13	85.81	26.32	79345.8	0.188	0.075	0.088	0.035	606.0	604.0	1822.34
	M-14	62.30	24.92	79779.0	0.191	0.076	0.069	0.028	603.2	611.0	1817.82
	M-15	72.92	29.17	79909.2	0.155	0.062	0.115	0.046	607.7	609.5	2056.54

$$G_m = \frac{P_{50\%} - P_{10\%} / A_{diagonal}}{(\epsilon_{H50\%} - \epsilon_{H10\%}) / L_{H1} + (\epsilon_{V50\%} - \epsilon_{V10\%}) / L_{V1}}$$

Donde:
 G_m = Módulo de corte.
 P_{50%} y P_{10%} = Carga axial al 50% y al 10%
 ε_{H50%} y ε_{H10%} = Deformación horizontal al 50% y al 10%
 ε_{V50%} y ε_{V10%} = Deformación vertical al 50% y al 10%
 A diagonal = Área diagonal del murete
 L_H y L_V = Longitudes iniciales horizontal y vertical

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENsayos de MATERIALES Y SUELOS

MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246544

Henry Rivas de la Cruz
 Obilias
 T.E.C. Laboratorio USAT



Anexo 45: Informe de Laboratorio - Reactividad Alkali-Sílice en mortero patrón con cemento de albañilería



Certificado INDECOPI N°00137704. RNP Servicios 50606589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chidayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitud de ensayo: 1603A-23/ LEMS W&C
Solicitante: Ariana Alexandra Castro Ballena
Proyecto / Obra: "Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomeas"
Ubicación: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura: Sábado, 16 de marzo del 2024
Inicio de ensayo: Lunes, 18 de marzo del 2024
Fin de ensayo: Lunes, 01 de abril del 2024
Ensayo: DURABILIDAD - Determinación de la reactividad potencial álcali-silice de combinaciones de material cementante y agregados (Método acelerado de la barra de mortero)
Referencia: ASTM C1567
Muestras: PATRON; Mortero 1:3 de relación a/c 0.70
 Especímenes moldeados en vigas de L=285.75mm, A=25.4mm, H=25.4mm
Edad: 14 días
Instrumentos: Comparador

Mediciones de Longitud MUESTRAS PATRÓN

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	2.590	7.756	5.082
3 DIAS	2.663	7.819	5.180
7 DIAS	2.743	7.885	5.239
10 DIAS	2.856	7.984	5.307
14 DIAS	2.877	8.021	5.354

Mediciones de cambios de Longitud MUESTRAS PATRÓN

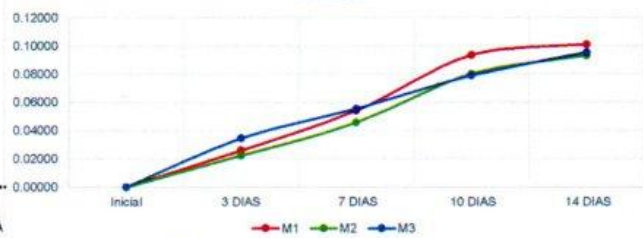
Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Inicial	0	0	0
3 DIAS	0.0730	0.0630	0.0980
7 DIAS	0.1530	0.1290	0.1570
10 DIAS	0.2660	0.2280	0.2250
14 DIAS	0.2870	0.2650	0.2720
Longitud nominal del calibre	285		

EXPANSION (%)

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3
Inicial	0.00000	0.00000	0.00000
3 DIAS	0.02561	0.02211	0.03439
7 DIAS	0.05368	0.04526	0.05509
10 DIAS	0.09333	0.08000	0.07895
14 DIAS	0.10070	0.09298	0.09544

$$\Delta L = \frac{Lx}{Lg} \times 100$$

PATRÓN



Henry Rivasdeneyra Obillos
 Tec. Laboratore USAT

USAT
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
 TECNICO DE LABORATORIO

LEMS W&C EIRL.

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.

MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 OIR: 244544

Anexo 46: Informe de Laboratorio - Reactividad Álcali-Sílice en mortero con cemento de albañilería + 5% diatomita



Certificado INDECOPRI N°00137704 RNP Servicios 50608588

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo - Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyc.eirl.com

Solicitud de ensayo 1603A-23/ LEMS W&C
Solicitante : Ariana Alexandra Castro Ballena
Proyecto / Obra : "Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomicas"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura Sábado, 16 de marzo del 2024
Inicio de ensayo Lunes, 18 de marzo del 2024
Fin de ensayo Lunes, 01 de abril del 2024
Ensayo : DURABILIDAD - Determinación de la reactividad potencial álcali-sílice de combinaciones de material cementante y agregados (Método acelerado de la barra de mortero)
Referencia : ASTM C1567
Muestras 5% DIATOMEAS; Mortero 1:3 de relación a/c 0.70
 Especímenes moldeados en vigas de L=285.75mm, A=25.4mm, H=25.4mm
Edad 14 días
Instrumentos Comparador

Mediciones de Longitud MUESTRAS 5% DIATOMEAS

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Lectura Inicial	6.093	5.456	6.160
3 DIAS	6.168	5.530	6.211
7 DIAS	6.184	5.560	6.232
10 DIAS	6.201	5.572	6.263
14 DIAS	6.217	5.589	6.280

Mediciones de cambios de Longitud 5% DIATOMEAS

Semanas	M1	M2	M3
Barras	(mm)	(mm)	(mm)
Inicial	0	0	0
3 DIAS	0.0750	0.0740	0.0510
7 DIAS	0.0910	0.1040	0.0720
10 DIAS	0.1080	0.1160	0.1030
14 DIAS	0.1240	0.1330	0.1200
Longitud nominal del calibre	286		

EXPANSION (%)

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3
Inicial	0.00000	0.00000	0.00000
3 DIAS	0.02632	0.02596	0.01789
7 DIAS	0.03193	0.03649	0.02526
10 DIAS	0.03789	0.04070	0.03614
14 DIAS	0.04351	0.04667	0.04211

$$\Delta L = \frac{L_x}{L_g} \times 100$$



WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y GEILOS



MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 O.P. 2411546



Anexo 47: Informe de Laboratorio - Reactividad Alcali-Sílice en mortero con cemento de albañilería + 15% diatomita



Certificado INDECOPRI N°00137704 RNP Servicios 50608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitud de ensayo: **1603A-23/ LEMS W&C**
Solicitante: Ariana Alexandra Castro Ballena
Proyecto / Obra: "Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomées"
Ubicación: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura: Sábado, 16 de marzo del 2024
Inicio de ensayo: Lunes, 18 de marzo del 2024
Fin de ensayo: Lunes, 01 de abril del 2024
Ensayo: DURABILIDAD - Determinación de la reactividad potencial alcali-sílice de combinaciones de material cementante y agregados (Método acelerado de la barra de mortero)
Referencia: ASTM C1567
Muestras: 15% DIATOMEAS; Mortero 1:3 de relación a/c 0.70
Especímenes moldeados en vigas de L=285.75mm, A=25.4mm, H=25.4mm
Edad: 14 días
Instrumentos: Comparador

Mediciones de Longitud MUESTRAS 15% DIATOMEAS

Semanas	M1 (mm)	M2 (mm)	M3 (mm)
Barras			
Lectura Inicial	1.912	4.837	1.639
3 DIAS	1.965	4.898	1.697
7 DIAS	1.983	4.929	1.715
10 DIAS	2.007	4.931	1.725
14 DIAS	2.010	4.944	1.738

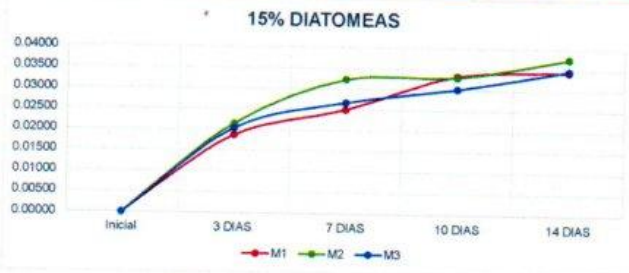
Mediciones de cambios de Longitud 15% DIATOMEAS

Semanas	M1 (mm)	M2 (mm)	M3 (mm)
Barras			
Inicial	0	0	0
3 DIAS	0.0530	0.0610	0.0580
7 DIAS	0.0710	0.0920	0.0760
10 DIAS	0.0950	0.0940	0.0860
14 DIAS	0.0980	0.1070	0.0990
Longitud nominal del calibre	285		

EXPANSION (%)

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3
Inicial	0.00000	0.00000	0.00000
3 DIAS	0.01860	0.02140	0.02035
7 DIAS	0.02491	0.03228	0.02867
10 DIAS	0.03333	0.03298	0.03018
14 DIAS	0.03439	0.03754	0.03474

$$\Delta L = \frac{Lx}{Lg} \times 100$$



Henry Rivadeneyra Obillos
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica del Perú

USAT
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y GEOTECNICAS
TECNICO DE LABORATORIO

LEMS W&C EIRL.
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y GEOTECNICAS

LEMS W&C EIRL.
MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
INGENIERO CIVIL
CIP: 746566

Anexo 48: Informe de Laboratorio - Reactividad Alcali-Sílice en mortero con cemento de albañilería + 25% diatomita



Certificado INDECOPIN N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitud de ensayo **1603A-23/ LEMS W&C**
Solicitante : Ariana Alexandra Castro Ballena
Proyecto / Obra : "Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomizas"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura Sábado, 16 de marzo del 2024
Inicio de ensayo Lunes, 18 de marzo del 2024
Fin de ensayo Lunes, 01 de abril del 2024
Ensayo : DURABILIDAD - Determinación de la reactividad potencial álcali-sílice de combinaciones de material cementante y agregados (Método acelerado de la barra de mortero)
Referencia : ASTM C1567
Muestras 25% DIATOMEAS; Mortero 1:3 de relación a/c 0.70
 Especímenes moldeados en vigas de L=285.75mm, A=25.4mm, H=25.4mm
Edad 14 días
Instrumentos Comparador

Mediciones de Longitud MUESTRAS 25% DIATOMEAS

Semanas	Barras	M1 (mm)	M2 (mm)	M3 (mm)
	Lectura Inicial	1.199	3.329	3.970
	3 DIAS	1.232	3.385	4.014
	7 DIAS	1.243	3.399	4.029
	10 DIAS	1.251	3.406	4.037
	14 DIAS	1.271	3.411	4.045

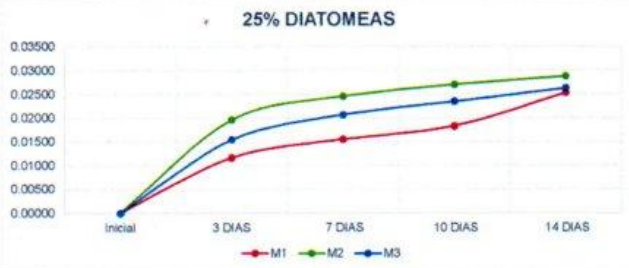
Mediciones de cambios de Longitud 25% DIATOMEAS

Semanas	Barras	M1 (mm)	M2 (mm)	M3 (mm)
	Inicial	0	0	0
	3 DIAS	0.0330	0.0560	0.0440
	7 DIAS	0.0440	0.0700	0.0590
	10 DIAS	0.0520	0.0770	0.0670
	14 DIAS	0.0720	0.0820	0.0750
	Longitud nominal del calibre	285		

EXPANSION (%)

Variación de Longitud	Δ M1	Δ M2	Δ M3
Inicial	0.00000	0.00000	0.00000
3 DIAS	0.01158	0.01965	0.01544
7 DIAS	0.01544	0.02456	0.02070
10 DIAS	0.01825	0.02702	0.02351
14 DIAS	0.02526	0.02877	0.02632

$$\Delta L = \frac{Lx}{Lg} \times 100$$



[Signature]
 Henry Riquelme Obilias
 Tec. Laboratorio
 USAT

LABORATORIO DE CIENCIAS EXPERIMENTALES Y CIENCIAS APLICADAS
USAT
 UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CHILE
 TECNICO DE LABORATORIO

LEMS W&C EIRL.
[Signature]
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
[Signature]
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL

Anexo 49: Carta de Autorización para recolección de la información de laboratorio externo



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Chiclayo, 16 de mayo del 2024

Quien suscribe:

Sr. Wilson Arturo Olaya Aguilar

**Representante Legal – LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS
W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.**

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado “Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomeas”.

Por el presente, el que suscribe, Wilson Arturo Olaya Aguilar representante legal de la empresa LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. **AUTORIZO** a la estudiante Ariana Alexandra Castro Ballena identificado con DNI N° 71718828 estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil Ambiental de la UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO y autor del trabajo de investigación denominado “Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomeas” para el uso de laboratorio técnico y formatos de procesamiento de datos y cálculo para obtención de resultados de control de calidad en efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Ensayos realizados:

- UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería. N.T.P. 399.621: 2004 (revisada el 2015) (15)
- Ensayo para el cálculo del Módulo de corte de la albañilería. N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015) (15)
- DURABILIDAD - Determinación de la reactividad potencial álcali-sílice de combinaciones de material cementante y agregados (Método acelerado de la barra de mortero). ASTM C1567 (12)

Atentamente


Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT


 **LEMS W&C EIRL.**

WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
GERENTE GENERAL



Anexo 50: Validación de ensayos de laboratorio



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS

INFORME N° LEM USAT 002-2024-I

FECHA: 15/05/2024

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Ariana Alexandra Castro Ballena

TITULO DE LA TESIS: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de un mortero para albañilería con reemplazo del cemento por tierras diatomeas

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

Universidad:

- Contenido de humedad
- Granulometría
- Peso específico agregado
- Peso Unitario agregado
- Fluidez
- Peso Unitario mortero
- Temperatura
- Compresión de mortero
- Absorción
- Resistencia de Pilas
- Módulo de Elasticidad
- Adherencia
- Variación dimensional ladrillo
- Alabeo Ladrillo
- Rotura de ladrillos

Laboratorio Externo:

- Compresión diagonal de muretes
- Módulo de Corte
- Álcali-Sílice

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto fotografías, hojas de cálculo


 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental