

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLO DE ARCILLA INDUSTRIAL CON MORTERO 1:4, UTILIZANDO UN CURADO CONVENCIONAL Y CURADORES QUÍMICOS: CHEMA MEMBRANIL Y SIKACEM CURADOR”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Jhony Edwin Rimarachin Mori

Asesor:

Mg. Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta

<https://orcid.org/0000-0002-5247-4190>

Cajamarca - Perú

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Katia N. Carrión Rabanal</b>	<b>46269439</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Hugo Rodríguez Chico</b>	<b>45955444</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Mario Carranza Liza</b>	<b>26602358</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD

Jhony Edwin Rimarachin Mori

---

INFORME DE ORIGINALIDAD

---

**2%**

INDICE DE SIMILITUD

**0%**

FUENTES DE INTERNET

**2%**

PUBLICACIONES

**0%**

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

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

---

1%

★ Ariel Rey Villca Pozo. "Utilización de geopolímero para la mejora de las propiedades en morteros cal-puzolana y su empleo en países en desarrollo.",  
Universitat Politecnica de Valencia, 2021

Publicación

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

## **DEDICATORIA**

A mi familia, por ser un pilar fundamental en mi vida, por su incondicional apoyo en cada paso que doy y por su genuina dedicación en mi formación ética y profesional. A maestros y amigos por su constante motivación y asesoría.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, quien ha representado una fuente de energía a lo largo de mi carrera universitaria y quien permitió hacer posible este trabajo. A mi familia por su apoyo, respaldo y motivación constante. A mis docentes y asesora por compartir sus experiencias y conocimientos de manera oportuna.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>JURADO EVALUADOR</b> .....	<b>2</b>
<b>INFORME DE SIMILITUD</b> .....	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>5</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO</b> .....	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>9</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
Realidad Problemática.....	11
1.1. Formulación del problema .....	23
1.2. Objetivos.....	23
1.3. Hipótesis.....	24
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA</b> .....	<b>25</b>
2.1. Tipo de investigación .....	25
2.2. Población y muestra .....	25
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	26
2.4. Procedimientos.....	27
2.5. Matriz de consistencia .....	49
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b> .....	<b>50</b>
3.1. Ensayos clasificatorios de la unidad de albañilería.....	50
3.2. Ensayo de propiedades del agregado fino.....	53
3.3. Resistencia a la compresión de morteros hidráulicos .....	55
3.4. Resistencia a la compresión de prismas de albañilería .....	56
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b> .....	<b>59</b>
4.1. Discusión .....	59
4.2. Conclusiones .....	60
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>63</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>66</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales .....	20
Tabla 2. Muestra considerada.....	26
Tabla 3. Normas que regulan los ensayos .....	26
Tabla 4. Clase de unidad de albañilería para fines estructurales .....	29
Tabla 5. Granulometría de la arena gruesa .....	36
Tabla 6. Tipos de Mortero .....	41
Tabla 7. Resistencias características de la albañilería Mpa (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	43
Tabla 8. Factores de corrección de $f'_m$ por esbeltez .....	44
Tabla 9. Coeficientes de corrección de $f'_m$ por esbeltez.....	44
Tabla 10. Tipos de curado utilizados en los prismas de albañilería .....	46
Tabla 11. Matriz de consistencia .....	49
Tabla 12. Variación dimensional de la unidad de la albañilería.....	50
Tabla 13. Alabeo de la unidad de albañilería .....	50
Tabla 14. Absorción de la unidad de albañilería .....	51
Tabla 15. Succión de la unidad de albañilería .....	51
Tabla 16. Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería .....	52
Tabla 17. Análisis granulométrico del agregado fino.....	53
Tabla 18. Contenido de humedad del agregado fino .....	54
Tabla 19. Peso unitario del agregado fino .....	54
Tabla 20. Gravedad específica y absorción del agregado fino .....	55
Tabla 21. Resistencia a la compresión de morteros hidráulicos.....	56

Tabla 22. Resistencia a la compresión de pilas de albañilería curadas convencionalmente con agua potable .....	56
Tabla 23. Resistencia a la compresión de pilas de albañilería curadas con Sikacem Curador .....	57
Tabla 24. Resistencia a la compresión de pilas de albañilería curadas con Chema Membranil .....	58



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Viviendas según material predominante (Censos Nacionales) .....	12
Figura 2. Superficies urbanas sometidas al efecto albedo (SENHAMI) .....	12
Figura 3. Flujo de Trabajo .....	27
Figura 4. Curva granulométrica del agregado fino .....	53
Figura 5. Resistencias características obtenidas .....	58
Figura 6. Toma de medidas para el ensayo de variación dimensional de la unidad de albañilería .....	66
Figura 7. Secado de las unidades de albañilería en el horno .....	66
Figura 8. Absorción de la unidad de albañilería .....	66
Figura 9. Succión de la unidad de albañilería .....	66
Figura 10. Cantera Huayrapongo – Baños del Inca - Cajamarca .....	67
Figura 11. Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería .....	67
Figura 12. Cuarteo del agregado fino .....	67
Figura 13. Peso específico del agregado fino .....	67
Figura 14. Peso unitario del agregado fino .....	67
Figura 15. Espesor de la junta de mortero de 1cm .....	68
Figura 16. Mezcla de mortero .....	68
Figura 17. Curado de los prismas de albañilería .....	68
Figura 18. Ensayo a compresión de los cubos de mortero .....	68
Figura 19. Enrasado de pilas .....	69
Figura 20. Falla de pila tras ser sometida a compresión .....	69
Figura 21. Ensayo a compresión de pilas de albañilería .....	69

## RESUMEN

El sector de la construcción en Perú está en constante búsqueda de materiales y sistemas innovadores que garanticen la optimización de procesos y repotencien los estándares de calidad. La presente investigación tiene como principal objetivo determinar la variación que existe en la resistencia a la compresión de prismas de albañilería con ladrillo de arcilla industrial con mortero 1:4, utilizando un curado convencional y curadores químicos: Chema Membranil y Sikacem Curador. Para lo cual se elaboraron 12 prismas de albañilería con el mismo proceso de fabricación (4 prismas curados con agua por 7 días, 4 prismas con el curador Chema Membranil y 4 prismas con el curador Sikacem Curador) estos prismas fueron sometidos a compresión a los 28 días de edad, teniendo como resultado que el método de curado convencional con agua obtuvo la mayor resistencia característica con 75.29 kg/cm<sup>2</sup>, seguido del método de curado con SikaCem Curador con una resistencia característica de 58.50 kg/cm<sup>2</sup> y por último el método de curado con Chema Membranil obtuvo la menor resistencia característica con 56.37 kg/cm<sup>2</sup>. Se llegó a la conclusión que el método de curado más eficiente en términos de resistencia alcanzada a los 28 días es el curado convencional con agua potable.

**PALABRAS CLAVES:** Curado convencional, Curadores químicos, Prismas de albañilería, Resistencia a la compresión

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### Realidad Problemática

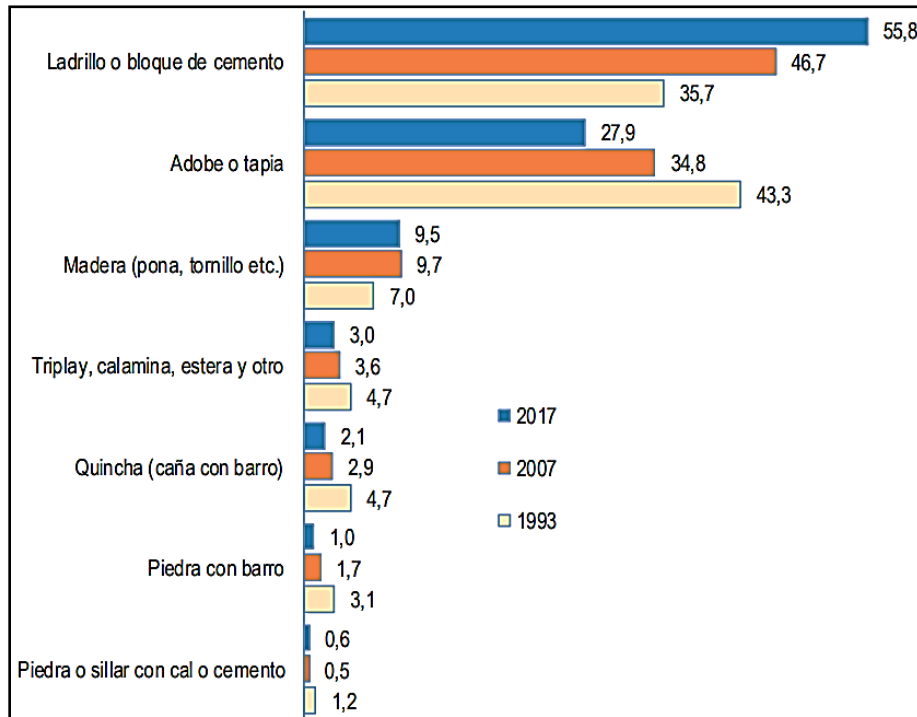
La construcción tiene un papel fundamental en nuestro día a día, desde viviendas y edificios de trabajo hasta vías y puentes. Como las necesidades varían, la construcción debe ajustarse para responder a estos nuevos desafíos. La innovación es, por lo tanto, clave para el éxito sostenido del sector de la construcción, a través del desarrollo de nuevos materiales y métodos, las empresas constructoras pueden estar a la cabeza y ejecutar proyectos que satisfagan las necesidades optimizando el proceso que conlleva un proyecto. (CEMEX, 2021)

En gran parte de Latinoamérica, incluyendo al Perú, uno de los sistemas constructivos más extendidos para la construcción de viviendas y edificios, es el de albañilería confinada, que consiste en levantar paredes con ladrillos o bloques unidos con mortero y reforzados con columnas y vigas de concreto armado. Este sistema ofrece resistencia sísmica, durabilidad y facilidad de ejecución. (CEMENTOS INKA, 2018)

Según el RNE, básicamente, existen 3 tipos de construcciones: las edificaciones, las obras civiles y las obras electromecánicas. Una edificación es una obra, cuyo destino es albergar actividades humanas, abarcando las instalaciones fijas y complementarias adscritas a ella, la construcción de edificaciones principalmente consiste en viviendas, edificios de oficinas, edificios públicos, locales de servicios, entre otros. (Ministerio de Vivienda, 2016; PUCP, 2017). Los resultados del Censo Nacional realizado en 2017; revelan que el 55,8% de viviendas particulares en el Perú tienen en sus paredes exteriores como material predominante el ladrillo o bloque de cemento. En comparación con el Censo de 2007, es importante destacar el incremento de las viviendas con ladrillo o bloque de cemento en las paredes exteriores, que representa un crecimiento del 43,7%(INEI, 2017)

**Figura 1**

*Viviendas según material predominante (Censos Nacionales)*

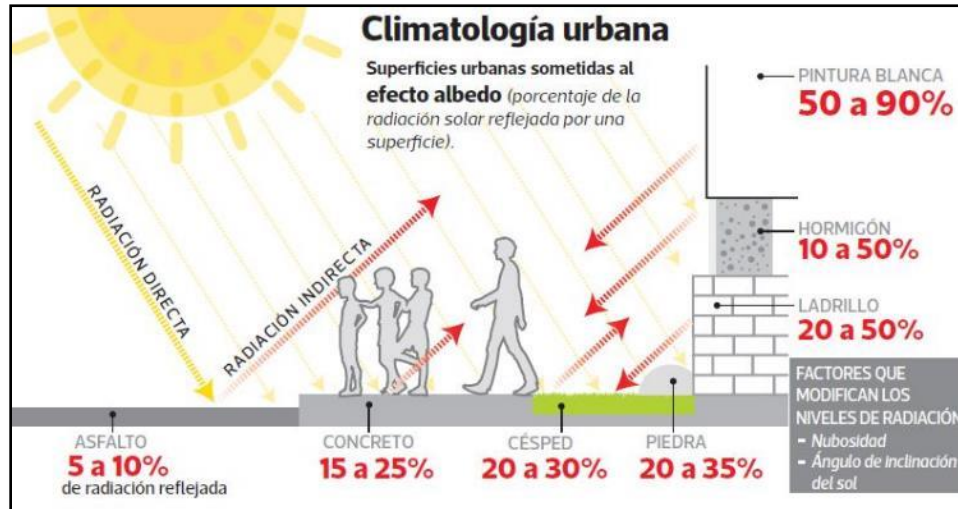


Fuente:(INEI, 2017)

(SENAMHI, 2017) analizó la climatología urbana en Perú, brindando el porcentaje de la radiación solar reflejada por una superficie urbana (efecto albedo). Donde los muros de ladrillo presentan del 20 al 50% de albedo y absorben del 80 al 50% de radiación, lo que combinado con la baja humedad, la velocidad del viento y la temperatura ambiente, afecta la calidad de la mezcla fresca o del concreto endurecido.

**Figura 2**

*Superficies urbanas sometidas al efecto albedo (SENHAMI)*



Fuente: (SENAMHI, 2017)

Cajamarca cuenta con un clima templado, seco y soleado en el día, con temperaturas máximas de 21°C a 25°C. A medio día y con un cielo despejado, se llega a tener una radiación UV 15 considerada extremadamente alta. (SENAMHI, 2023) Estos factores pueden inducir a un secado prematuro de las mezclas de concreto y concreto endurecido. Por ello, es de gran importancia realizar el curado en la ejecución de estructuras que utilicen el cemento como material conglomerante, este tiene el objetivo de brindar al hormigón las condiciones adecuadas de humedad y temperatura para el desarrollo de sus propiedades “potenciales”, acordes con su composición y características. Las asociaciones dedicadas al estudio de la importancia del curado coinciden en que el curado tiene una influencia directa en las propiedades del concreto endurecido. El desarrollo de la resistencia superficial puede verse reducido significativamente cuando el curado es defectuoso. (Manobanda, 2013)

Tradicionalmente, tanto en la albañilería como en el concreto, la mejor manera de realizar el curado es mantener la estructura húmeda mediante la aplicación continua y frecuente de agua, sin embargo, no siempre es aplicable y con frecuencia es realizado de forma parcial e incompleta. Esta fase del proceso de construcción es una de las más

descuidadas, ya que su importancia no es fácilmente perceptible a corto plazo (Manobanda, 2013) En la actualidad existen varios métodos de curado; desde cubrirlo con pliegos de plástico o arpillera mojada, inmersión de agua, aplicando una membrana de curado o un compuesto de curado y sellado.(The Euclid Chemical Company, 2017).

Los curadores químicos pueden representar una gran alternativa al curado convencional que se realiza durante 7 días, estos están formulados para retener hasta el 95% de agua del concreto por 7 días, a fin de proporcionar la hidratación adecuada. (CHEMA®, 2017) Al ser pulverizados sobre el concreto fresco se adhieren a la superficie, formando una película impermeable al agua y al aire, evitando la evaporación de la mezcla y el secado prematuro del concreto por efectos del sol y/o viento. En el presente trabajo se determinará la variación que existe en la resistencia a la compresión axial de prismas de albañilería con ladrillo de arcilla industrial con mortero relación 1:0:4 (cemento:cal:arena), utilizando el curado convencional y los curadores químicos Membranil de la marca Chema® y Sikacem Curador de la marca Sika®, que son las 2 marcas líderes en aditivos en Perú.

Este estudio se realiza porque puede brindar conocimiento que ayude a optimizar el proceso de curado realizado en las construcciones, ya que en caso se demuestre que los curadores químicos pueden equiparar o incluso superar la resistencia alcanzada con el curado convencional por 7 días, el uso de estos podría representar una reducción en el tiempo y optimización de procesos constructivos, así como una mejora en la calidad de las construcciones de concreto que va relacionado con un correcto curado.

Se han considerado los presentes antecedentes para la investigación:

- (Larijo Coaquira, 2021) en su investigación realizada en Moquegua – Perú, titulada “*Comparación de los curadores químicos de concreto para resistencia a la compresión*”

de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , *Moquegua 2019*” tuvo como objetivo evaluar la resistencia a la compresión de los concretos curados con aditivos químicos (SikaCem Curador y curador Membranil Reforzado) y demostrar la efectividad de aplicación de los mismos. Se elaboraron probetas, las cuales fueron ensayadas a los 7, 14 y 28 días, los resultados demuestran que el concreto curado con Membranil Reforzado llega al 80% y el concreto curado con Sika Cem Curador alcanza al 79% de la resistencia requerida, mientras que las probetas que fueron sumergidas en agua (concreto patrón) llegaron al 100%. Se concluyó que las resistencias a la compresión de los concretos curados con el aditivo Membranil Reforzado muestra una ligera ventaja sobre el otro curador químico, y se resalta la efectividad del curado convencional con agua.

- (Ortiz Hinostroza, 2020) en su investigación realizada en Huancayo – Perú, titulada *“Comparación entre el curado convencional de concreto y curado con Antisol en la resistencia del concreto”* tuvo como objetivo determinar la influencia del curado convencional en comparación con el uso del curador químico “Antisol” en la resistencia del concreto. Tras someter probetas de concreto diseñadas a ensayo de compresión, determinó que el curador químico antisol permite conseguir una mejor resistencia del concreto, siempre y cuando se coloquen tres capas, por otro lado si el curador químico es aplicado en una única capa, cumple mínimamente la resistencia de diseño del concreto.
- (Jácomo Alcántara, 2019) en su investigación realizada en Trujillo – Perú, titulada *“Influencia del curado del concreto con agua y curado artificial en la resistencia a la compresión del concreto”* tuvo como objetivo determinar la influencia del curado de concreto con agua y curado artificial en la resistencia a la compresión, para lo cual se fabricaron probetas de 10 cm de diámetro y 20 de altura con un  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , donde

se varió el curado. Tras someter las probetas a compresión se obtuvo que a los 7 días, Sikacemcurador es quien logra una mayor resistencia con 154.50 kg/cm<sup>2</sup>, luego Membranil Vista con 149.75 kg/cm<sup>2</sup> y por último el Agua con 138.75 kg/cm<sup>2</sup>. A los 14 días el Agua logra una resistencia de 161.50 kg/cm<sup>2</sup>, Membranil Vista 154.50 kg/cm<sup>2</sup> y Sikacemcurador 146.75 kg/cm<sup>2</sup>. A los 21 días el Agua tiene una resistencia de 188.75 kg/cm<sup>2</sup>, Membranil Vista 167.75 kg/cm<sup>2</sup> y Sikacemcurador 165.75 kg/cm<sup>2</sup> y por último a los 28 días el agua otorgó una resistencia de 204 kg/cm<sup>2</sup>, seguido por el curador Sikacemcurador con 180.25 kg/cm<sup>2</sup>, y Membranil Vista con 170.5 kg/cm<sup>2</sup>. Se concluyó que el curado con agua otorga mayor resistencia a la compresión del concreto.

- (Aguilar Moscoso, 2019) en su investigación realizada en Trujillo – Perú, titulada *“Influencia del curado del concreto con aditivos químicos en la resistencia a la compresión y permeabilidad de mezclas de concreto convencional, Trujillo 2019”* tuvo como objetivo determinar la influencia de los aditivos químicos curadores de la marca Sika Antisol S, Super Curador Chema y Per Kurevista con un curado por inmersión en agua en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto convencional. Para lo cual se elaboraron probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, que fueron ensayadas a los 3, 7 y 28 días de curado. Se obtuvo que la resistencia de los testigos curados con agua es de 301kg/cm<sup>2</sup>, que representa a un valor patrón, mientras que con Super Curador Chema, obtuvo 270kg/cm<sup>2</sup>, 90% del concreto patrón, Per Kurevista, con 266kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 88% del concreto patrón y Sika Antisol con 280kg/cm<sup>2</sup>, que viene a ser el 93% del concreto patrón. Concluyendo que Sika Antisol se acercó más al valor obtenido por el curado tradicional con una diferencia del 7%.
- (Contreras Usedo & Velazco Chávez, 2018) en su investigación realizada en Arequipa – Perú, titulada *“Análisis del método de curado en especímenes de losas de concreto*



*simple, simulando condiciones constructivas de obra en la ciudad de Arequipa*” tuvieron como objetivo comparar la resistencia a la compresión que se obtiene cuando el concreto en losas es sometido a métodos de curado distintos como: curado con agua mediante inundación por riego continuo, curado con agua mediante inundación por riego discontinuo, curado con cobertura húmeda de geotextil y curado con curador químico, con diferentes periodos de curado, 3 y 7 días, y para dos relaciones agua/cemento. Se realizaron especímenes para distintas resistencias de diseño, 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>. Se llegó a la conclusión que el curado realizado con el curador químico antisol en losas de concreto simple para una resistencia de diseño  $f'c$ : 210 Kg/cm<sup>2</sup>, a la edad de 28 días, otorgó bajas resistencias a la compresión, con valores que oscilan el 85% del concreto patrón, mientras que para una resistencia de diseño  $f'c$ : 280 Kg/cm<sup>2</sup> la resistencia que obtuvo fue mayor (94.81%). Esto se atribuye a que un concreto con relación agua/cemento 0.46, tiene una tasa de desarrollo de impermeabilidad mayor que un concreto con relación agua/cemento 0.56; adicionalmente los curadores químicos desarrollan una película impermeable que conserva la humedad del concreto, pero no adicionan humedad a este.

- (Valenzuela Noa, 2018) en su investigación realizada en Lima, Perú, titulada “*Estudio de la variación de la resistencia del concreto en obra aplicando diferentes métodos de curado, Lima 2018*” tuvo como objetivo evaluar la influencia de los métodos de curado en la variación de la resistencia del concreto en obra. Tras realizar ensayos de resistencia a compresión, se determinó que, a los 28 días de curado, en términos de variación porcentual tomando a la resistencia a la compresión del curado convencional como muestra patrón (100%); con curador químico Sika Antisol, se obtuvo 82.40, 86.02 y

91.44 %, disminuyendo en 17.60, 13.98 y 8.56 % con respecto al curado convencional con agua potable.

- (Horna Barriga, 2018) en su investigación realizada en Trujillo, Perú titulada “*Influencia de los curadores, tiempo de curado y número de capas en la superficie del concreto sobre la resistencia a compresión, Trujillo 2018*” tuvo como objetivo evaluar la influencia de los curadores, tiempo de curado y número de capas en la superficie del concreto sobre la resistencia a compresión. Se recopilaron datos de resistencia a compresión de probetas cilíndricas de concreto de 10 cm de diámetro y 20 de altura, los cuales fueron ensayados a 3, 7, 14 y 28, se evaluó la mejor dosificación de cada curador a los 28 días, obteniendo valores en porcentajes respecto al curado por inmersión en agua + cal. Obteniendo con el curado con Eucocure un valor de 89.40%, curado con Sika Antisol S logro un porcentaje de 90.11%, el curador Z membrana blanco alcanzo un valor de 103.18%, el curador Membranil reforzado obtuvo un valor de 104.95% superando estos 2 últimos curadores químicos al curado patrón, también se aplicó un curado tipo obra el cual arrojó un porcentaje de 95.41% y por último el método sin curado obtuvo un valor de 75.97 %. Concluyendo que el mejor resultado lo tuvo el curado con curador Membranil reforzado de la marca Chema y el valor más bajo con el método sin curar.

Se ha considerado pertinente delimitar las siguientes definiciones:

**Albañilería:** Se define como un conjunto de unidades trabadas o adheridas entre sí con algún material, como el mortero de barro o de cemento. Las unidades pueden ser naturales (piedras) o artificiales (adobe, tapias, ladrillos y bloques).(Bartolome, 1994)

**Albañilería Confinada:** Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel. (Ministerio de Vivienda, 2016)

El pórtico de concreto armado que rodea al muro, sirve para ductilizar al sistema. Esto sirve, para otorgarle la capacidad de deformación inelástica, incrementando así levemente su resistencia, por el hecho de que la viga (solera, viga collar, collarín, viga ciega) y las columnas son elementos de dimensiones pequeñas y con escaso refuerzo. Adicionalmente, el pórtico funciona como elemento de arriostre cuando la albañilería se ve sujeta a acciones perpendiculares a su plano. (Bartolome, 1994)

**Unidad de albañilería:** Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular. (Ministerio de Vivienda, 2016) La unidad de albañilería es el componente básico para la construcción de la albañilería. Se elabora de materias primas diversas: la arcilla, el concreto de cemento portland y la mezcla de sílice y cal son las principales. (Bartolome, 1994)

**Ladrillo:** Los ladrillos son aquellas unidades con las que se levantan los muros y se aligera el peso de los techos. Existen ladrillos de diferentes materiales: concreto, silicio, calcáreos, etc. Pero los más usados para una vivienda son los de arcilla. Sus dimensiones dependen del lugar donde van a ser colocados (muros, techos, etc.) (Aceros Arequipa, 2022)

### **Tipos de ladrillo:**

- **Ladrillo Macizo:** Es una unidad de albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento, tiene un área igual o mayor que el 70% del

área bruta en el mismo plano. Además, debe contener menos de un 10 % de perforaciones.(Aceros Arequipa, 2022)

- **Ladrillo Hueco:** Unidad de albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano. Además, poseen orificios horizontales y son utilizados para tabiquería que no soportan grandes cargas.(Aceros Arequipa, 2022)
- **Ladrillo Perforado:** También conocido como ladrillo King Kong 18 huecos, es la unidad que tiene perforaciones que ocupen como mínimo el 10% de la superficie. Se utiliza para muros portantes (Aceros Arequipa, 2022)
- **Ladrillo Tubular:** Es una unidad de albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento. Se utilizan para techos de losas aligeradas. (Aceros Arequipa, 2022)

La aplicación o uso de las unidades de albañilería se encuentra condicionado a lo establecido por el RNE en la norma E0.70 de albañilería, donde se especifican las limitaciones en el uso de albañilería para fines estructurales dependiendo de las zonas sísmicas indicadas en la norma E.030 Diseño Sismorresistente.

### Tabla 1

*Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales*

LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES			
TIPO	ZONAS SÍSMICAS 2 Y 3		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
<b>Sólido</b>	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
<b>Artesanal</b>			

<b>Sólido Industrial</b>	Sí	Sí	Sí
<b>Alveolar</b>	Celdas totalmente rellenas con grout	Celdas parcialmente rellenas con grout	Celdas parcialmente rellenas con grout
<b>Hueca</b>	No	No	Sí
<b>Tubular</b>	No	No	Sí, hasta 2 pisos

*Nota:* Elaboración propia en base a norma E.070 del RNE (Ministerio de Vivienda, 2016)

**Mortero:** Constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería, se tendrá en cuenta lo indicado en las Normas NTP 399.607 y 399.610. (Ministerio de Vivienda, 2016) Se puede usar para asentar los ladrillos, para lo cual se usará arena gruesa; o para tarrajear las paredes y cielos rasos, en cuyo caso se usará arena fina. (Aceros Arequipa, 2022)

**Curado del muro de albañilería:** Después de colocado, es necesario garantizar que el concreto desarrolle totalmente, su resistencia, por lo cual es muy importante mantenerlo húmedo por lo menos los 7 primeros días. (Aceros Arequipa, 2022). Un mortero con buen comportamiento debe tener una retentividad mayor al 70%, el no curar la albañilería puede disminuir la resistencia a la compresión y a la abrasión del mortero de pega, por pérdida prematura del agua de amasado, así como también presenta un aumento negativo de la retracción, pudiendo separar el ladrillo del mortero de pega. El curado se hace de la misma forma que en el concreto. (ICH, 2010)

**Curado con agua:** Es el método que produce los mejores resultados, pero presenta inconvenientes de tipo práctico, Con este método se consiguen buenos resultados y es fácil

de ejecutar. Tiene el inconveniente de que la intermitencia o la aplicación ocasional, pueden conducir a un curado deficiente. El agua para curado del concreto debe estar libre de contaminantes y materiales deletéreos. (Cementos YURA, 2022)

**Compuestos de curado líquido (Curadores Químicos):** Los curadores químicos pueden representar una gran alternativa al curado convencional que se realiza durante 7 días. Estos están formulados para retener hasta el 95% de agua del concreto por 7 días, a fin de proporcionar la hidratación adecuada. (CHEMA®, 2017) Entre las materias primas que normalmente se usan en la fabricación de compuestos de curado se pueden citar: ceras, resinas, caucho clorado y disolventes altamente volátiles. Dichos compuestos deben estar diseñados de tal manera que formen un sello poco tiempo después de haber sido aplicados; además, no deben reaccionar con la pasta de cemento. Los compuestos líquidos de curado que forman membrana deben cumplir las especificaciones de la Norma ASTM C 309.

Los compuestos que forman membrana normalmente se aplican con fumigadora manual o rociadores mecánicos. El momento óptimo para la aplicación de los compuestos líquidos es aquel en el cual se observa que ha desaparecido agua libre de la superficie del concreto, aunque sin demorar la aplicación tanto que el compuesto sea absorbido por los poros superficiales del concreto. (Cementos YURA, 2022). Los compuestos que forman membrana tienen ventajas grandes sobre los demás métodos, que pueden ser aprovechadas para maximizar la productividad en obra entre las cuales destacan que : No requieren que se les mantenga humedecidos para asegurar que no absorban agua de la mezcla.; muy fácil manejo a diferencia de las telas, arena, paja, pasto. Además que pueden ser aplicados antes de que inicie la aplicación del curado húmedo y se complementan. (ACI Committee 308R, 2008)

**Prismas de albañilería:** Los prismas o pilas de albañilería están compuestos por dos o más unidades de albañilería (ladrillos) enteras, asentadas una sobre otra mediante mortero. La altura de los prismas no debe ser excesiva, a fin de facilitar su construcción, almacenaje y transporte desde la obra hacia el laboratorio. Estas pilas, a la edad de 28 días, son ensayadas a compresión axial y los resultados se utilizan para diseñar estructuralmente los muros de los edificios y para controlar la calidad de la albañilería en la construcción. (Bonilla Mancilla, 2006)

### **1.1. Formulación del problema**

¿Cuál es la variación de la resistencia a la compresión de prismas de albañilería con ladrillo de arcilla industrial con mortero 1:4, utilizando un curado convencional y curadores químicos: Chema Membranil y Sikacem Curador?

### **1.2. Objetivos**

#### **1.2.1. Objetivo General**

Determinar la variación de la resistencia a la compresión de prismas de albañilería con ladrillo de arcilla industrial con mortero 1:4, utilizando un curado convencional y curadores químicos: Chema Membranil y Sikacem Curador

#### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Clasificar el ladrillo de arcilla industrial comercializado en Cajamarca de acuerdo a la Norma Técnica Peruana E.070
- Determinar las principales propiedades físicas y mecánicas del ladrillo industrial comercializado en Cajamarca.
- Determinar la resistencia a compresión de cubos de mortero con mezcla (C:A) 1:4
- Determinar las principales propiedades del agregado fino de la cantera Huayrapongo

### 1.3.Hipótesis

- Los prismas de albañilería con ladrillo de arcilla industrial con mortero 1:4 curados convencionalmente con agua potable, obtendrán una resistencia mayor o igual a los prismas curados con los curadores químicos: Chema Membranil y Sikacem Curador.



## **CAPÍTULO II: METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

La presente investigación presenta un enfoque cuantitativo, que de acuerdo a (Hernández Sampieri et al., 1997) es aquel enfoque utiliza la medición numérica, conteo, y comúnmente la estadística. Es de diseño experimental, que según (Vásquez Hidalgo, 2016) en una investigación con este diseño, se tiene un control de las variables por parte del investigador en un ambiente controlado, y desea comprobar los efectos de una intervención específica.

Así mismo presenta un corte transversal, debido a que se relaciona datos obtenidos en un solo momento, en un único tiempo para su posterior análisis. Se enmarca dentro del tipo descriptivo, que según (Hernández Sampieri et al., 1997) en un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, para así y valga la redundancia describir lo que se investiga.

### **2.2. Población y muestra**

#### **2.2.1. Población**

En la presente investigación, se consideró una población finita, debido a que se conoce el número exacto de elementos que constituyen el estudio. La población estuvo constituida por 12 prismas de albañilería fabricados con ladrillo industrial y mortero en proporción 1:4 con un espesor de 1cm.

#### **2.2.2. Muestra**

Para determinar la muestra se empleó el muestreo no probabilístico. Estuvo constituida por 12 prismas de albañilería con el mismo proceso de fabricación (4 prismas para cada método de curado, considerando que la NTP 399.605 establece que una muestra

debe estar constituida por lo menos por 3 prismas), variando el método de curado al cual eran sometidas. Teniendo la siguiente distribución:

**Tabla 2**

*Muestra considerada*

MÉTODO	TIPO DE CURADO	Nº DE ESPECÍMENES
I	Convencional (Agua potable)	4
II	Curador Químico (Chema Membranil)	4
III	Curador Químico (Sikacem Curador)	4

### 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

La técnica de recolección de datos utilizada fue la observación simple directa no participante, debido a que, datos como la resistencia a compresión ( $f'm$ ) de los prismas de albañilería fueron obtenidos desde una postura totalmente alejada y sin involucramiento alguno con el hecho o grupo a abordar. Los instrumentos para recolectar datos, fueron fichas de protocolos de laboratorio de acuerdo a lo establecido por las NTP correspondientes a cada ensayo, estas fichas fueron verificadas por el encargado del laboratorio y el asesor a cargo de la investigación. Además se utilizaron hojas de cálculo para el procesamiento de datos.

**Tabla 3**

*Normas que regulan los ensayos*

Ensayo	Norma
<b>Unidades de albañilería</b>	
Variación Dimensional	
Alabeo	NTP 399.604 y
Absorción y Succión	NTP 399.613
Resistencia a la compresión de unidades de albañilería	
<b>Agregado Fino</b>	
Análisis granulométrico	ASTM C136 y NTP 400.012
Contenido de humedad	ASTM D2216 y NTP 399.127
Gravedad específica y absorción	ASTM C128 – NTP 400.022
Peso Unitario	ASTM C29 - NTP 400.017
<b>Mortero</b>	
Resistencia a compresión de cubos de mortero	ASTM C109 y NTP 334.051
<b>Prismas de albañilería</b>	
Resistencia a la compresión de prismas de albañilería	NTP 399.605 y 399.621

## 2.4.Procedimientos

Se realizó siguiendo el siguiente flujo de trabajo.

### Figura 3

#### Flujo de Trabajo



#### 2.4.1. Revisión bibliográfica

Se recopiló información procedente de fuentes confiables como el Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente la E.070 de Albañilería, estudios previos considerados en los antecedentes, artículos indexados en revistas y normas que regulan los ensayos conforme se indica en la tabla N°3.

#### 2.4.2. Delimitación de materiales

**Cemento:** De acuerdo a (Bartolome, 1994), se utiliza básicamente el cemento portland tipo I y excepcionalmente, el cemento portland tipo II. Por lo que para esta investigación se utilizó el cemento Pacasmayo tipo I.

**Ladrillos:** Se utilizaron ladrillos KK de 18 huecos marca FORTES, la aceptación de estos se realizó de acuerdo a la norma E.070 Del RNE (Ministerio de Vivienda, 2016) dependiendo de los siguientes criterios:

- a) La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea
- b) La unidad de albañilería de arcilla estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, producirá un sonido metálico.
- c) La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.
- d) La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

**Agregado Fino:** Se adquirió de la cantera “Huayrapongo” ubicada al cauce del río Chonta a 3250 m.s.n.m. en el distrito de Baños del inca, siguiendo las recomendaciones del (Ministerio de Vivienda, 2016) que indica que, es conveniente que la arena sea gruesa, libre de materia orgánica y sales, con granos redondeados y de una granulometría completa (con variedad en el tamaño de las partículas), ya que así se pueden llenar los espacios vacíos.

**Agua:** Siguiendo las recomendaciones de (Bartolome, 1994), se utilizó agua potable, libre de materias orgánicas y de sustancias deletéreas (aceite, ácidos, etc.).

#### **2.4.3. Ensayos para clasificar las unidades de albañilería (Ladrillos)**

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

**Tabla 4**

*Clase de unidad de albañilería para fines estructurales*

<b>CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES</b>					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (Máxima en porcentaje)			ALABEO (Máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f_b$ , mínimo en Mpa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
<b>LADRILLO I</b>	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
<b>LADRILLO II</b>	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
<b>LADRILLO III</b>	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
<b>LADRILLO IV</b>	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
<b>LADRILLO V</b>	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
<b>BLOQUE P</b>	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
<b>BLOQUE NP</b>	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

*Nota:* Elaboración propia en base a norma E.070 del RNE (Ministerio de Vivienda, 2016)

#### **2.4.3.1. Variación dimensional conforme a la NTP 399.604 Y NTP 399.613**

##### **a) Materiales**

- 10 unidades enteras y secas de albañilería (Ladrillos)

##### **b) Herramientas**

- Vernier
- Regla de acero graduada de 30cm

##### **c) Procedimiento**

Se midieron todos los especímenes con una regla de acero graduada de 30 cm, con divisiones de 1 mm. Los espesores de las paredes laterales se midieron con un calibre Vernier graduado con divisiones de 0,4mm. Se determinó la variación de cada arista, obteniendo 4 medidas (en mm) en la parte media de cada cara, y registrando el promedio de las 4 medidas, teniendo el ancho (A), el largo (L) y la altura (H).

Para determinar la variación dimensional se hizo uso de la siguiente ecuación.

### **Ecuación 1**

*Variación Dimensional*

$$V\% = \frac{(De - Dp)}{De} \times 100$$

Donde:

*De*: Dimensión específica de fábrica

*Dp*: Dimensión promedio

#### **2.4.3.2. Alabeo conforme a la NTP 399.604 Y NTP 399.613**

##### **a) Materiales**

- Las mismas 10 unidades enteras y secas de albañilería (Ladrillos) utilizadas en la variación dimensional

##### **b) Herramientas**

- Brocha, para limpiar superficialmente los especímenes
- Cuña graduada y numerada en divisiones de 1mm.
- Regla metálica
- Superficie plana de acero en el rango de 0.025 no menor de 300 mm x 300 mm.

##### **c) Procedimiento**

Los especímenes se ensayaron tal cual se recibieron, eliminando únicamente el polvo adherido en la superficie con la brocha. Se midieron las muestras con ayuda de la cuña de madera, registrando el promedio del alabeo. La superficie en donde se realizó el ensayo fue plana, tal como indica la NTP 399.613, además se consideraron los siguientes criterios:

- **Superficies cóncavas:** Cuando la distorsión medida, correspondía a una superficie cóncava, se colocó la varilla de borde recto longitudinal o diagonalmente a lo largo de la superficie a medir, adoptándose la ubicación que daba la mayor desviación de la línea recta. Se escogió la mayor distancia de la superficie del espécimen a la varilla de borde recto. Con ayuda de la regla de acero o la cuña, se midió esta distancia con una aproximación de 1 mm, finalmente se registró como la distorsión cóncava de la superficie.
- **Bordes cóncavos:** Cuando la distorsión a medir era la de un borde y cóncava, se colocó la varilla de borde recto entre los extremos del borde cóncavo a ser medido. Se seleccionó la distancia más grande desde el borde del espécimen a la varilla con borde recto. Con la ayuda de la cuña, se midió esta distancia con una aproximación de 1 mm, y se registró como la distorsión cóncava del borde.
- **Superficies convexas:** Cuando la distorsión a medir era la de una superficie convexa, se colocó el espécimen con la superficie convexa en contacto con una superficie plana y con las esquinas aproximadamente equidistantes de la superficie plana. Con ayuda de la cuña, se midió la distancia con una aproximación de 1 mm de cada una de las 4 esquinas desde la superficie plana. Se registró el promedio de las 4 medidas como la distorsión convexa del espécimen
- **Bordes convexos:** Cuando la distorsión a medir era la de un borde convexo, se colocó la varilla de bordes rectos entre los extremos del borde convexo. Seleccionando la distancia más grande del borde del espécimen a la varilla. Con ayuda de la cuña, se midió esta distancia con una aproximación de 1 mm y se registró la distorsión convexa del borde.

#### **2.4.3.3. Absorción conforme a la NTP 399.604 Y NTP 399.613**

**a) Materiales**

- 5 unidades de albañilería enteras (Ladrillos)

**b) Equipos**

- Balanza con capacidad no menor a 2000 g y una aproximación de 0.5g
- Horno ventilado de 110 °C a 115 °C

**c) Herramientas**

- Recipiente donde se puedan sumergir en agua las unidades de albañilería
- Paño absorbente para limpiar el agua superficial de las unidades.

**d) Procedimiento**

Comenzó con el secado y ventilado de los especímenes en el horno por 24 horas, consecutivamente se dejaron enfriar estos por un periodo de 4 horas. Ya con los especímenes secos y ventilados, fueron sumergidos en agua potable por 24 horas. Posteriormente fueron retirados, se limpió el agua superficial con el paño absorbente, y se pesaron todos los especímenes dentro de los cinco minutos consecutivos luego de ser retirados del agua. Para calcular la absorción de cada espécimen, se hizo uso de la siguiente ecuación.

**Ecuación 2**

*Absorción*

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

Donde:

***W<sub>d</sub>*** : Peso seco del espécimen



$W_s$  :Peso del espécimen saturado, después de la sumersión en agua fría

Los cálculos del promedio de la absorción de todos los especímenes ensayados fueron realizados con una aproximación de 0,1%

#### **2.4.3.4.Succión conforme a NTP 399.604 Y NTP 399.613**

##### **a) Materiales**

- 5 unidades de albañilería enteras (Ladrillos)

##### **b) Equipos**

- Balanza con capacidad no menor a 2000 g y una aproximación de 0.5g
- Cronómetro
- Horno ventilado de 110 °C a 115 °C

##### **c) Herramientas**

- Bandeja y recipiente para agua, con una profundidad no menor de 25 mm
- 2 barras de acero no corrosible de 120 mm a 150 mm de longitud con sección transversal triangular, semicircular o rectangular, de espesor aproximado de 6mm.

##### **d) Procedimiento**

Comenzó con el secado y ventilado de los especímenes en el horno por 24 horas, consecutivamente se dejaron enfriar estos por un periodo de 4 horas. Se tomó el peso inicial de las unidades de albañilería ( $P_s$ ), posteriormente se colocaron los especímenes sobre los soportes de acero, controlando el nivel de agua requerido, 3 mm sobre los apoyos. Se dejaron durante un minuto registrado con ayuda del cronómetro para finalmente ser retirados, secados con un paño y pesados nuevamente ( $P_m$ ). La norma E070 recomienda que al instante de asentarse, la succión esté comprendida entre 10 y 20 gr/min en un área de 200 cm<sup>2</sup>.

Se determinó la diferencia del peso en gr, entre el peso inicial y final con el peso del agua absorbida por el ladrillo durante el minuto de contacto con el agua.

Con los pesos previamente indicados ( $P_s$  y  $P_m$ ) en gramos, y el área ( $A$ ) de contacto de la unidad con agua en  $cm^2$  se procedió a utilizar la siguiente ecuación.

### **Ecuación 3**

*Succión*

$$S \left( \frac{gr}{200cm^2} \right) = \frac{(P_m - P_s)}{A} \times 200$$

Donde:

$P_m$ : Peso de la unidad mojada (gr)

$P_s$ : Peso de la unidad seca (gr)

$A$ : Área de contacto de la unidad ( $cm^2$ )

#### **2.4.3.5. Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería NTP 399.604 Y NTP**

##### **399.613**

#### **a) Materiales**

- 6 unidades de albañilería enteras secas (Ladrillos)
- Yeso
- Nivel de mano

#### **b) Equipos**

- Máquina de compresión
- Regla graduada o vernier

#### **c) Procedimiento**

Se refrentaron los especímenes previamente secos y enfriados, con yeso, de tal forma que la superficie quede totalmente nivelada. Se colocó una capa delgada de yeso calcinado que fue distribuida sobre una placa, este refrentado fue aproximadamente del mismo espesor para todos los especímenes, sin exceder de 3mm. Se dejó reposar el refrentado de los especímenes por 24 horas antes del ensayo.

Los especímenes fueron ensayados sobre su mayor dimensión, se colocó el bloque de rotura inferior sobre el cabezal de la prensa hidráulica, el centro de la superficie del bloque esférico de tal forma que coincida con el centro de la superficie del bloque que tenía contacto con el espécimen. La Resistencia a compresión de las unidades de albañilería ( $f'b$ ) se obtuvo restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra. La resistencia de cada espécimen se calculó dividiendo la carga de rotura entre el área bruta de la superficie de asiento, se calculó con las siguientes ecuaciones.

#### **Ecuación 4**

*Resistencia a la compresión del espécimen (kg/cm<sup>2</sup>)*

$$C = \frac{W (kg)}{A (cm^2)}$$

Donde:

**W:** Máxima carga indicada por la máquina de ensayo

**A:** Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen.

#### **Ecuación 5**

*Resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería (Kg/cm<sup>2</sup>)*

$$f' b = \bar{c} - \sigma$$

$\bar{c}$ : Promedio de la resistencia a la compresión de la muestra (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma$ : Desviación estándar de la muestra (kg/cm<sup>2</sup>)

#### 2.4.4. Ensayo de propiedades del agregado fino

##### 2.4.4.1. Análisis granulométrico del agregado conforme a ASTM C136 y NTP 400.012

Para la elaboración del mortero, la granulometría de la arena gruesa requirió encontrarse dentro de los parámetros indicados en la norma E.070 del RNE.

**Tabla 5**

*Granulometría de la arena gruesa*

GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA		
	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.* No deberá de quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas, el módulo de fineza estará comprendido entre 1,6 y 2,5. Elaboración propia en base a norma E.070 del RNE (Ministerio de Vivienda, 2016)

#### a) Materiales

- 2kg de muestra de agregado fino seco

#### b) Equipos

- Balanza con sensibilidad de 0.1 %
- Juego de tamices N°4, 8, 16, 30, 50, 100, 200 c/cazoleta

- Horno ventilado de 110 °C a 115 °C

### c) Procedimiento

Con la muestra del agregado fino previamente cuarteada y secada, se colocó la muestra sobre el tamiz superior del juego de tamices “N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 c/cazoleta”. Estos se encajaron en orden de abertura decreciente, posteriormente se agitó el juego de tamices manualmente, para finalmente pesar la cantidad retenida en cada tamiz y determinar el porcentaje pasante acumulado, a fin de determinar si se encontraba dentro de los límites indicados en la tabla N°6.

Para el módulo de finura, se sumó el porcentaje acumulado retenido de material de cada uno de los siguientes tamices “N° 4, N°8, N°16, N°50, N°100” dividiendo esto entre 100.

## 2.4.4.2. Contenido de humedad conforme a ASTM D2216 y NTP 399.127

### a) Materiales

- Muestra de agregado fino sin alterar
- Recipientes resistentes a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo

### b) Equipos

- Balanza con sensibilidad de 0.1 %
- Horno ventilado de  $110 \pm 5$  °C

### c) Procedimiento

Se colocó el agregado húmedo dentro de los recipientes, se determinó el peso del recipiente y el material húmedo haciendo uso de la balanza. Posteriormente se ingresaron los recipientes con el agregado al horno a  $110 \pm 5$  °C por el tiempo requerido hasta obtener un peso constante. Finalmente se retiraron los recipientes, se dejaron enfriar y se

determinó el peso en la misma balanza. El contenido de humedad se calculó haciendo uso de la siguiente fórmula:

### **Ecuación 6**

*Contenido de humedad*

$$\% \text{ Contenido de Humedad} = \frac{\text{Peso agregado saturado} - \text{Peso agregado secado al horno}}{\text{Peso agregado secado al horno}} \times 100\%$$

#### **2.4.4.3. Gravedad específica y absorción del agregado fino conforme a ASTM C128 y**

##### **NTP 400.022**

##### **a) Materiales**

- 1 kg de agregado fino

##### **b) Equipos**

- Balanza con sensibilidad de 0.1 %
- Frasco volumétrico de 500 cm<sup>3</sup> de capacidad, calibrado hasta 0,1 cm<sup>3</sup> a 20 °C
- Horno ventilado de 110 ± 5 °C
- Molde cónico, metálico de 40 ± 3 mm de diámetro interior en su base menor, 90 ± 3 mm de diámetro interior en una base mayor y 75 ± 3 mm de altura.
- Varilla para apisonado, metálica, recta, con un peso de 340 ± 15 g y terminada en un extremo en una superficie circular plana para el apisonado, de 25 ± 3 mm de diámetro.
- Secadora de cabello

##### **c) Procedimiento**

Se mezcló uniformemente el agregado fino y se redujo por cuarteo hasta obtener un espécimen de ensayo de aproximadamente 1 kg, posteriormente se colocó el agregado fino obtenido por cuarteo y secado a peso constante a una temperatura de 110 ± 5 °C en

un recipiente cubriéndolo con agua dejando reposar durante 24 horas. Pasadas estas 24 horas, se decantó el agua evitando pérdida de finos y extendió el agregado sobre una superficie plana expuesta a una corriente de aire tibio (secadora de cabello) y removió frecuentemente para el secado uniforme, hasta que las partículas del agregado no se adhirieron marcadamente entre sí. Se colocó una muestra en el molde cónico y golpeó la superficie suavemente 25 veces con la varilla para apisonado, para posteriormente levantar el molde hasta que el cono se derrumbe parcialmente al quitar el molde, lo que indicaba que el agregado fino alcanzó una condición de superficie seca.

Se introdujo en el frasco volumétrico una muestra de 500 g de material preparado, para posteriormente llenar este parcialmente con agua a una hasta alcanzar aproximadamente la marca de 500 cm<sup>3</sup>. Se eliminaron las burbujas de aire presente rodando, agitando e invirtiendo manualmente el frasco. Ya con el aire atrapado eliminado, se llenó hasta la marca de 500 cm<sup>3</sup> y se determinó el peso. Finalmente se removió el agregado fino del frasco, se dejó secar en el horno hasta peso constante a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C, ya con el material seco se dejó enfriar a temperatura ambiente por ½ a 1 ½ hora y se determinó el peso.

#### **2.4.4.4. Peso unitario del agregado fino conforme a ASTM C29 y NTP 400.017**

##### **a) Materiales**

- Cucharón
- Agregado fino seco entre el 125 y el 200% de lo que se necesita para rellenar el recipiente de medida y manejarlo evitando segregación (Aproximadamente 25 kg)
- Varilla compactadora, de acero, cilíndrica, de 16 mm (5/8") de diámetro, con una longitud aproximada de 600 mm (24").

**b) Equipos**

- Balanza con sensibilidad de 0.1 %
- Horno ventilado de  $110 \pm 5$  °C
- Recipiente de medida, de metal, con forma de cilindro, que tenga preferiblemente agarraderas, que sea impermeable, con el fondo y el borde superior lisos y planos y bastante rígido, para que no se deforme bajo condiciones difíciles de trabajo.

**c) Procedimiento**

**PESO UNITARIO SUELTO:** Se llenó el recipiente con ayuda del cucharón desde una altura no mayor de 50 mm, hasta que este rebose, se eliminó el agregado sobrante con ayuda de la varilla compactadora. Finalmente se determinó el peso del recipiente con el agregado fino, repitiendo el proceso 3 veces.

**PESO UNITARIO COMPACTO:** Se llenó la tercera parte del recipiente con el agregado, emparejando la superficie con los dedos. Se apisonó la capa de agregado con 25 golpes de la varilla distribuyendo estos uniformemente, evitando que la varilla golpee el fondo del recipiente. Se siguió el mismo procedimiento para las capas superiores restantes. Finalmente registrar el peso del recipiente con el agregado fino, repitiendo el proceso 3 veces.

**2.4.5. Ensayo de mortero con mezcla en proporción 1:4**

Los morteros se clasifican en: tipo P, que es empleado en la construcción de los muros portantes; y NP que es utilizado en los muros no portantes. Estos tendrán proporciones volumétricas (en estado suelto), para la presente investigación se consideró una proporción cemento arena de 1:4, como se indica en la siguiente tabla.



**Tabla 6**
*Tipos de Mortero*

TIPOS DE MORTERO				
TIPO	COMPONENTES			USOS
	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

*Nota:* Elaboración propia en base a norma E.070 del RNE (Ministerio de Vivienda, 2016)

**2.4.5.1. Resistencia a la compresión de cubos de mortero conforme a ASTM C109 y NTP**
**334.051**
**a) Materiales**

- 10 cubos de mortero con mezcla relación 1:4 (Cemento:Arena)
- Aceite lubricante

**b) Equipos**

- Balanza con capacidad de 2000 gr y sensibilidad de 2 gr.
- Máquina de compresión
- Molde de cubos de mortero
- Tanque de curado

**c) Procedimiento**

Se realizó la mezcla uniformemente de la arena y el cemento hasta que queden integrados totalmente, se agregó el agua de manera progresiva mientras se unificaba la mezcla. Después de haber lubricado los moldes con aceite, se vertió la mezcla en estos, colocando una capa de aproximadamente 1'' de espesor y apisonando con 32 golpes, estos golpes iban alternados entre los moldes, se repitió el mismo procedimiento con la segunda capa. A las 24 horas de edad, se desmoldaron e identificaron con un código los

cubos de mortero para posteriormente ser sumergidos en un tanque de curado. A los 28 días de curado fueron retirados, dejados secar y medidos. Se corroboró con ayuda de una regla que las caras se encuentren perfectamente planas, para finalmente llevar los especímenes a la máquina a compresión.

La resistencia a compresión se determinó dividiendo la carga de la rotura entre el área bruta de los testigos como se muestra en la siguiente fórmula.

### **Ecuación 7**

*Resistencia a la compresión del espécimen (kg/cm<sup>2</sup>)*

$$C = \frac{W (kg)}{A (cm^2)}$$

Donde:

**W:** Máxima carga indicada por la máquina de ensayo

**A:** Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen.

#### **2.4.6. Ensayos para prismas de albañilería**

De acuerdo a la norma E.070 del RNE (Ministerio de Vivienda, 2016), la resistencia de la albañilería a compresión axial ( $f'm$ ) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) o mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre. Los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muretes se obtendrán mediante ensayos de laboratorio de acuerdo a lo indicado en las NTP 399.605 y 399.621

Los prismas tendrán un refrentado de yeso con un espesor que permita corregir la irregularidad superficial de la albañilería. Los prismas serán almacenados a una temperatura no menor de 10°C durante 28 días. Los prismas podrán ensayarse a menor edad que la nominal de 28 días pero no menor de 14 días; en este caso, la resistencia característica se obtendrá incrementándola por los factores mostrados en la norma E.070 del RNE. (Ministerio de Vivienda, 2016)

**Tabla 7**

*Resistencias características de la albañilería Mpa (kg/cm<sup>2</sup>)*

<b>RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>				
<b>Materia Prima</b>	<b>Denominación</b>	<b>UNIDAD <i>f'b</i></b>	<b>PILAS <i>f'm</i></b>	<b>MURETES <i>v'm</i></b>
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejilla Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice - cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

*Nota:* Elaboración propia en base a norma E.070 del RNE (Ministerio de Vivienda, 2016)

La NTP 399.605 establece que se deberán de fabricar los prismas con una altura mínima de dos unidades, con una relación Altura/Espesor, entre 1,3 y 5,0. Para corregir el

valor de  $F'm$  se debe multiplicar por un coeficiente que depende de la esbeltez del prisma como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 8**

*Factores de corrección de  $f'm$  por esbeltez*




FACTORES DE CORRECCIÓN DE $f'm$ POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2.00	2.50	3.00	4.00	4.50	5.00
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.95	1.00

*Nota:* Elaboración propia en base a norma E.070 del RNE (Ministerio de Vivienda, 2016)

Considerando el número de hiladas que se usará en el presente estudio y los factores de corrección que brinda la norma E0.70, en la siguiente tabla se muestran los coeficientes obtenidos por interpolación y extrapolación lineal de los valores brindados en la norma E.070 del RNE (Ministerio de Vivienda, 2016)

**Tabla 9**

*Coeficientes de corrección de  $f'm$  por esbeltez*

COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE $f'm$ POR ESBELTEZ			
PRISMAS DE ALBAÑILERÍA			
	N° de Hiladas	2	3
Altura (cm)	20	30	40
Espesor (cm)	13	13	13
Esbeltez	1.54	2.31	3.08
Factor de Corrección de $f'm$ por Esbeltez	0.64	0.76	0.87

*Nota:* Elaboración propia, con los coeficientes obtenidos por interpolación y extrapolación lineal de los valores brindados en la norma E.070 del RNE (Ministerio de Vivienda, 2016)

#### **2.4.6.1. Resistencia a la compresión de prismas de albañilería conforma a NTP 399.605 y 399.621**

##### **a) Materiales**

- 12 prismas (pilas) de ladrillo industrial con mortero 1:0:4 (cemento:cal:arena) de 1cm de espesor de junta.

##### **b) Equipos**

- Máquina a compresión
- Regla graduada, con la longitud suficiente para obtener las dimensiones de las pilas de albañilería.

##### **c) Procedimiento**

- Se construyeron un total de 12 pilas de 4 hiladas con ladrillo industrial, mortero en proporción 1:4 con 1cm de espesor de juntas, con una relación
- Previamente a la construcción de los prismas de albañilería, se seleccionaron las unidades de albañilería con las dimensiones más similares, para posteriormente ser humedecidas por media hora mediante riego con agua potable, entre 10 y 15 horas antes de ser asentadas. Esto con el objetivo de disminuir la succión natural al momento de ser asentados.
- Se fabricó la mezcla de mortero P1 con relación 1:0:4 (Cemento:cal:arena) con cemento portland Pacasmayo T1, agregado fino (arena gruesa) extraído de la cantera “Huayrapongo” y agua potable. Se mezcló uniformemente de la arena y el cemento hasta que queden integrados totalmente, se agregó el agua de manera progresiva

mientras se unificaba la mezcla hasta obtener una buena consistencia y trabajabilidad para el asentado de ladrillos.

- Se construyeron las pilas de albañilería de 4 hiladas con una junta de 1cm. Los ladrillos se asentaron uno sobre otro con sus superficies limpias de polvo y sin agua libre. Se realizó el asentado presionando verticalmente las unidades sin bambolearlas, y controlando la verticalidad del asentado con ayuda de un nivel y una plomada. El espesor de las juntas de mortero se controló con una regla graduada.
- Para el curado de las pilas se utilizaron 3 métodos, como se muestra en la siguiente tabla. Se siguieron las indicaciones de las hojas técnicas adjuntas en los anexos.

**Tabla 10**

*Tipos de curado utilizados en los prismas de albañilería*

<b>Método</b>	<b>Tipo de curado</b>	<b>N° de Prismas</b>	<b>Días de Curado</b>	<b>Capas</b>
I	Convencional (Agua potable)	4	7	No aplica
II	Curador Químico (Chema Membranil)	4	1	2
III	Curador Químico (Sikacem Curador)	4	1	2

- Pasados los 28 días, se realizó el refrentado con yeso, colocando una capa en la parte inferior y superior del espécimen para uniformizar las superficies de contacto con la máquina a compresión. Este refrentado se realizó 1 semana antes del ensayo para evitar posibles interferencias en los resultados a causa del recubrimiento reciente.
- Previo al ensayo a compresión, se determinaron las dimensiones de los prismas (Longitud, ancho y altura) promediando las cuatro medidas de cada dimensión, Las medidas fueron tomadas del centro de cada cara con una aproximación de 1m.

- Tras limpiar la cara superior e inferior de la máquina a compresión y de los especímenes, se colocaron estos en la máquina de ensayo, apoyándolos en la plancha inferior y centrando los ejes del espécimen con los ejes de la plancha de apoyo. La velocidad utilizada fue de 5Kn/min, esta fue aplicada hasta provocar la rotura de las pilas, registrando la carga máxima que pudo soportar cada pila de albañilería. La resistencia a compresión fue determinada por las siguientes fórmulas.

### **Ecuación 8**

*Resistencia a la compresión axial de los prismas de albañilería*

$$f'm = \frac{Pmax(kg)}{A (cm^2)}$$

Donde:

***Pmax***: Carga máxima soportada

***A***: Área bruta transversal a la fuerza

### **Ecuación 9**

*Resistencia característica a la compresión axial de los prismas de albañilería*

$$f'b = \bar{c} - \sigma$$

***c̄***: Promedio de la resistencia a la compresión de la muestra (kg/cm<sup>2</sup>)

***σ***: Desviación estándar de la muestra (kg/cm<sup>2</sup>)

Finalmente, el valor obtenido fue corregido multiplicándolo por los coeficientes de esbeltez proporcionados en la tabla N°8

## Aspectos Éticos

Toda la información consultada se encuentra citada y referenciada en base a lo establecido por la norma American Psychological Association, séptima edición. Esta información fue utilizada exclusivamente con fines académicos.

Los ensayos fueron realizados siguiendo lo pautado por la normativa correspondiente vigente, detallada en la tabla N°3. Para la aplicación de los curadores químicos, se siguieron las recomendaciones del fabricante, indicadas en las respectivas hojas técnicas adjuntadas en el anexo N°3 .

Los resultados presentados fueron íntegros a los obtenidos, sin ser adulterados a conveniencia y sin coacción de ningún tipo. Estos fueron supervisados por el coordinador del laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte – Filial Cajamarca.



## 2.5. Matriz de consistencia

**Tabla 11**

*Matriz de consistencia*

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLO DE ARCILLA INDUSTRIAL CON MORTERO 1:4, UTILIZANDO UN CURADO CONVENCIONAL Y CURADORES QUÍMICOS: CHEMA MEMBRANIL Y SIKACEM CURADOR						
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA	
¿En cuánto varía la resistencia a la compresión de prismas de albañilería con ladrillo de arcilla industrial con mortero 1:4, utilizando un curado convencional y curadores químicos: Chema Membranil y Sikacem Curador?	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	Los prismas de albañilería con ladrillo de arcilla industrial con mortero 1:4 curados convencionalmente con agua potable, obtendrán una resistencia mayor o igual a los prismas curados con los curadores químicos: Chema Membranil y Sikacem Curador.	<b>Variable independiente (X)</b>		<b>Técnica:</b> - Observación simple directa no participante.	<b>Enfoque:</b> Cuantitativo	
	Determinar la variación de la resistencia a la compresión de prismas de albañilería con ladrillo de arcilla industrial con mortero 1:4, utilizando un curado convencional y curadores químicos: Chema Membranil y Sikacem Curador		Curado de los prismas	X1: Curado Convencional			
				X2: Curador Químico "Chema Membranil"			
				X3: Curador Químico "Sikacem Curador"			
	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>		<b>Variable dependiente (Y)</b>				<b>Instrumento:</b> -Fichas protocolo de laboratorio -Hoja de cálculo para el procesamiento de datos.
Clasificar el ladrillo de arcilla industrial comercializado en Cajamarca de acuerdo a la Norma Técnica Peruana E.070	Valor de la resistencia a compresión	Y1: Máximo esfuerzo a la compresión axial					
Determinar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo industrial comercializado en Cajamarca.							
Determinar la resistencia a compresión de cubos de mortero con mezcla (C:A) 1:4							
Determinar las principales propiedades del agregado fino de la cantera Huayrapongo							

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

### 3.1. Ensayos clasificatorios de la unidad de albañilería

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los ensayos clasificatorios de la unidad de albañilería necesarios de acuerdo a la norma E070, que son: variación dimensional, alabeo, absorción, succión y resistencia a la compresión. La unidad de albañilería utilizada fue ladrillo industrial de arcilla King Kong 18 huecos marca FORTES.

#### 3.1.1. Variación dimensional de la unidad de albañilería

Tabla 12

*Variación dimensional de la unidad de la albañilería*

Dimensiones de Fábrica	Largo:	23	cm	Ancho:	12	cm	Alto:	9	cm						
UND	Longitud Efectiva (cm)					Ancho Efectivo (cm)					Altura Efectiva (cm)				
	L1	L2	L3	L4	Lo	A1	A2	A3	A4	Ao	H1	H2	H3	H4	Ho
LAD-1	22.95	23.18	23.34	23.14	23.15	12.05	12.07	12.09	12.09	12.08	9.15	9.13	9.19	9.10	9.14
LAD-2	22.85	22.89	23.15	23.56	23.11	12.04	12.05	12.02	12.04	12.04	9.06	9.05	9.04	9.05	9.05
LAD-3	23.17	23.33	23.24	23.12	23.22	11.97	11.90	11.89	11.98	11.94	9.05	9.31	9.18	9.24	9.20
LAD-4	22.85	22.79	22.87	22.98	22.87	12.33	12.23	12.34	12.31	12.30	9.32	9.36	9.28	9.25	9.30
LAD-5	22.92	22.87	22.82	23.12	22.93	11.79	11.77	11.78	11.66	11.75	9.01	8.93	8.94	8.97	8.96
LAD-6	23.18	23.13	22.92	22.89	23.03	11.97	11.91	11.94	11.87	11.92	8.91	8.97	8.99	9.02	8.97
LAD-7	22.96	22.89	23.12	22.95	22.99	12.11	12.16	12.17	12.13	12.14	9.25	9.31	9.27	9.28	9.28
LAD-8	23.15	23.19	23.22	23.21	23.19	11.94	11.91	11.95	11.97	11.94	8.93	8.96	8.94	9.06	8.97
LAD-9	23.12	22.98	22.89	22.88	22.97	11.98	11.96	12.07	12.06	12.02	9.07	9.06	9.01	8.99	9.03
LAD-10	23.11	22.98	23.13	23.11	23.08	11.91	12.02	12.02	11.89	11.96	9.01	9.07	8.94	8.97	9.00
Cuadro Resumen															
Longitud Efectiva Promedio (Lo)		23.05			Ancho Efectivo Promedio (Ao)		12.01			Altura Efectiva Promedio (Ho)			9.09		
Desviación Estandar		0.11			Desviación Estandar		0.15			Desviación Estandar			0.13		
Coeficiente de Variación		0.50			Coeficiente de Variación		1.23			Coeficiente de Variación			1.43		
Longitud de Fábrica		23.00			Ancho de Fábrica		12.00			Altura de Fábrica			9.00		
Variación Dimensional		-0.24%			Variación Dimensional		-0.07%			Variación Dimensional			-1.01%		

Se obtuvo una variación dimensional máxima del 1.01% en la altura de la unidad de la albañilería, encontrándose dentro de los valores máximos ( $\pm 2\%$ ) que indica la norma E.070 en la tabla N° 4.

#### 3.1.2. Alabeo de la unidad de albañilería

Tabla 13.

*Alabeo de la unidad de albañilería*

ESPÉCIMEN	CONCAVIDAD				CONVEXIDAD						
	CARA A (mm)		CARA B (mm)		PROM (mm)		CARA A (mm)		CARA B (mm)		PROM (mm)
LADRILLO 1	2	2	0	0	1	0	0	1	1	0.5	
LADRILLO 2	0	0	1	0	0.25	0	0	0	0	0	
LADRILLO 3	2	3	0	0	1.25	0	0	1	2	0.75	
LADRILLO 4	1	2	0	0	0.75	0	0	0	1	0.25	
LADRILLO 5	0	0	1	1	0.5	1	0.5	0	0	0.375	
LADRILLO 6	2	3	0	0	1.25	0	0	1	1	0.5	
LADRILLO 7	1	1	0	0	0.5	0	0	2	1	0.75	
LADRILLO 8	1	1	0	0	0.5	0	0	1	1	0.5	
LADRILLO 9	3	2	0	0	1.25	0	0	1	0.5	0.375	
LADRILLO 10	1	1	0	0	0.5	0	0	1	1	0.5	
<b>PROMEDIO (mm)</b>					0.78	<b>PROMEDIO (mm)</b>					0.45

Se obtuvo un alabeo promedio máximo de 0.78mm, valor que cumple con el alabeo máximo de 4mm establecido como límite por la norma E.070 en la tabla N° 4.

### 3.1.3. Absorción de la unidad de albañilería

**Tabla 14**

*Absorción de la unidad de albañilería*

UNIDAD	Peso seco (Wd) (gr)	Peso Saturado (Ws) (gr)	Absorción (%)
U-1	2678	3033	13.26%
U-2	2869	3265	13.80%
U-3	3024	3441	13.79%
U-4	2899	3319	14.49%
U-5	2754	3144	14.16%
<b>Promedio</b>			13.90%

Se obtuvo una absorción promedio de 13.90%. Considerando que la norma E0.70 establece que la absorción máxima del ladrillo debe ser menor o igual al 20% en peso, el porcentaje de absorción obtenido se encuentra dentro del límite establecido.

### 3.1.4. Succión de la unidad de albañilería

**Tabla 15**

*Succión de la unidad de albañilería*

UNIDAD	Peso seco (Ps) (gr)	Peso Mojado (Pm) (gr)	A (cm)	L (cm)	Succión (gr/min/200cm <sup>2</sup> )
U-1	2790.1	2819.5	11.77	23.03	21.69
U-2	2952.8	2977.9	11.98	23.24	18.03
U-3	2728.5	2755.4	12.01	22.82	19.63
U-4	2878	2902.6	12.09	23.17	17.56
U-5	2743.8	2771.5	11.94	22.78	20.37
<b>Promedio</b>					19.46

Se obtuvo una succión promedio de 19.46 gr/min/200cm<sup>2</sup>. La norma E070 recomienda que al instante de asentarse, la succión debe estar comprendida entre 10 y 20 gr/min en un área de 200 cm<sup>2</sup>.

### 3.1.5. Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería

**Tabla 16**

*Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA						
ESPÉCIMEN	Lo (cm)	Ao (cm)	Área de contacto (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura (KN)	Carga de rotura(Kg)	Resistencia a la compresión <i>f'</i> b (kg/cm <sup>2</sup> )
U-1	23.05	12.19	280.98	396.83	40465	144.01
U-2	23.26	12.03	279.82	439.42	44808	160.13
U-3	22.96	11.93	273.91	455.08	46405	169.42
U-4	23.27	12.13	282.27	326.35	33278	117.90
U-5	22.91	11.83	271.03	386.32	39394	145.35
U-6	22.9	11.95	273.66	421.03	42933	156.89
<b><i>f'</i>b promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>						148.95
<b>Desviación Estándar (<math>\sigma</math>)</b>						17.94
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>						12.04
<b><i>f'</i>b característica (kg/cm<sup>2</sup>)</b>						131.01

Se obtuvo una resistencia característica de 131.01 kg/cm<sup>2</sup> que de acuerdo a lo establecido por la norma E0.70 (130 kg/cm<sup>2</sup> como mínimo) que figura en la tabla N°4, con el valor de resistencia obtenido, el ladrillo clasifica en Ladrillo clase IV.

### 3.2. Ensayo de propiedades del agregado fino

A continuación se presentan los resultados obtenidos de ensayos de las principales propiedades del agregado fino, El agregado fino fue arena gruesa obtenido de la cantera Huayrapongo – Baños del Inca – Cajamarca.

#### 3.2.1. Análisis granulométrico del agregado fino

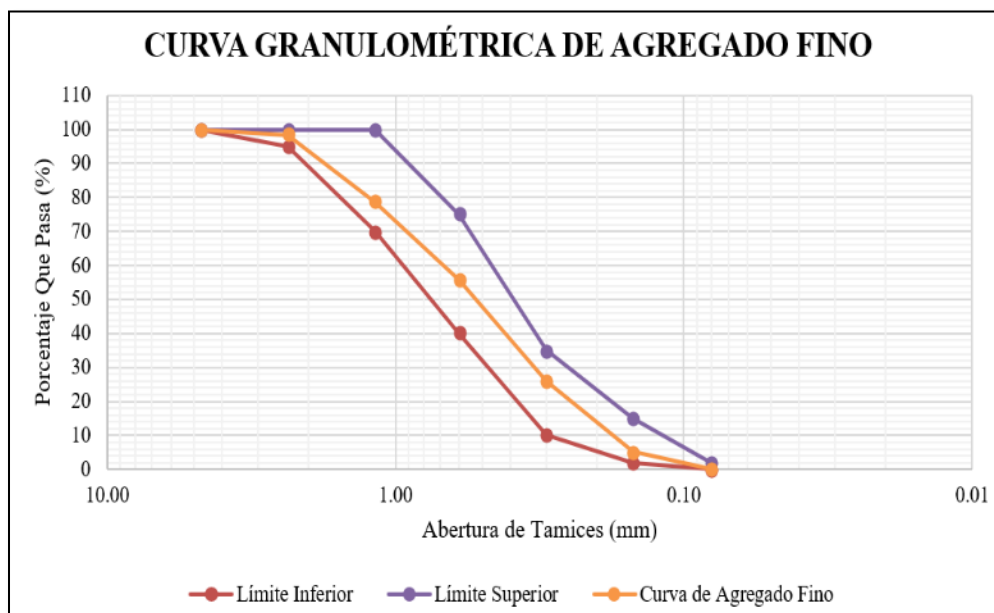
Tabla 17

Análisis granulométrico del agregado fino

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO		% PASANTE ACUMULADO (%)	Husos Granulométricos (Según Norma E.070)	
	(pulg)	(mm)		PARCIAL	ACUMULADO			
1	N° 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
2	N° 8	2.36	17.20	1.61	1.61	98.39	95	100
3	N° 16	1.18	209.40	19.66	21.27	78.73	70	100
4	N° 30	0.60	245.90	23.09	44.36	55.64	40	75
5	N° 50	0.30	316.10	29.68	74.04	25.96	10	35
6	N° 100	0.15	220.90	20.74	94.78	5.22	2	15
7	N° 200	0.075	53.50	5.02	99.80	0.20	0	2
8	Bandeja	0.00	2.10	0.20	100.00	0.00	-	-
<b>TOTAL</b>			1065.10	100.00				

Figura 4

Curva granulométrica del agregado fino



El módulo de finura del agregado fue de 2,36 comprendido entre 1,6 y 2,5 que indica la norma E.070.

### 3.2.2. Contenido de humedad del agregado fino

**Tabla 18**

*Contenido de humedad del agregado fino*

Contenido de humedad del agregado fino					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	AGREGADO FINO		
A	Identificación de la tara	-	T01	T02	T03
B	Peso de la tara	gr	68.10	71.20	75.90
C	Peso de la tara + muestra húmeda	gr	827.50	831.00	1118.50
D	Peso de la tara + muestra seca	gr	774.90	777.20	1049.70
E	Peso muestra húmeda (Wmh)=C-B	gr	759.40	759.80	1042.60
F	Peso de la muestra seca (Ws)= D-B	gr	706.80	706.00	973.80
W %	Contenido de humedad [(E-F)/F*100]	%	7.44	7.62	7.07
G	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO</b>	%	<b>7.38</b>		

### 3.2.3. Peso unitario del agregado fino

**Tabla 19**

*Peso unitario del agregado fino*

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		VOLUMEN DEL MOLDE			0.0093 m3	
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	Kg	20.40	20.42	20.50	
B	Peso del molde	Kg	4.78	4.78	4.78	
C	Peso del AF Compactado <b>C = A - B</b>	Kg	15.62	15.64	15.72	
D	<b>PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde</b>	Kg/m3	1679.57	1681.72	1690.32	1683.87
E	Peso del Molde + AF Suelto	Kg	19.22	19.30	19.24	
F	Peso del AF Suelto, <b>F = E - B</b>	Kg	14.44	14.52	14.46	
G	<b>PESO UNITARIO SUELTO G = F / Vol. Molde</b>	Kg/m3	1552.69	1561.29	1554.84	1556.27

### 3.2.4. Gravedad específica y absorción del agregado fino

**Tabla 20.**

*Gravedad específica y absorción del agregado fino*

<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO</b>						
<b>ID</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>RESULTADO</b>
<b>A</b>	Peso al aire de la muestra desecada	gr.	484.00	484.50	484.29	
<b>B</b>	Peso del picnómetro aforado lleno de agua	gr.	1297.30	1297.60	1297.40	
<b>C</b>	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	1604.40	1604.10	1604.20	
<b>S</b>	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca	gr.	500.00	500.00	500.00	
<b>E</b>	Peso específico aparente (Seco) $\frac{A}{B + S - C}$	gr/cm3	2.51	2.50	2.51	2.51
<b>F</b>	Peso específico aparente (SSS) $\frac{S}{B + S - C}$	gr/cm3	2.59	2.58	2.59	2.59
<b>G</b>	Peso específico nominal (Seco) $\frac{A}{B + A - C}$	gr/cm3	2.74	2.72	2.73	2.73
<b>H</b>	Ab sorción $\frac{S - A}{A} * 100\%$	(%)	3.31	3.20	3.24	3.25

### 3.3. Resistencia a la compresión de morteros hidráulicos

A continuación se presenta la resistencia a compresión obtenida de los cubos de mortero de edad de 28 días con mezcla en proporción 1:4 (Cemento:Arena)

**Tabla 21**
*Resistencia a la compresión de morteros hidráulicos*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CUBOS DE MORTERO						
ESPÉCIMEN	Lo (cm)	Ao (cm)	Área de contacto (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura (KN)	Carga de rotura(Kg)	Resistencia a la compresión $f'b$ (kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	5.01	5.06	25.37	30.27	3087	121.68
M-2	5.01	5.03	25.22	31.76	3239	128.44
M-3	5.01	5.02	25.12	35.24	3593	143.04
M-4	5.01	5.03	25.23	34.88	3557	140.99
M-5	5.01	5.02	25.13	32.50	3314	131.90
M-6	5.02	5.02	25.19	35.00	3569	141.71
M-7	5.02	5.02	25.21	29.83	3042	120.68
M-8	5.01	5.02	25.16	31.86	3249	129.12
M-9	5.02	5.01	25.14	28.76	2933	116.69
M-10	5.01	5.02	25.17	29.07	2964	117.74
<b><math>f'b</math> promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>						129.20
<b>Desviación Estándar</b>						10.07
<b>Coeficiente de Variación (%)</b>						7.79
<b><math>f'b</math> característica (kg/cm<sup>2</sup>)</b>						119.13

### 3.4. Resistencia a la compresión de prismas de albañilería

A continuación se presenta la resistencia a compresión obtenida de los prismas de albañilería a una edad de 28 días. Estas pilas estuvieron conformadas por 4 ladrillos unidos con mortero de espesor de 1cm con relación 1:4 (cemento:arena).

**Tabla 22**
*Resistencia a la compresión de pilas de albañilería curadas convencionalmente con agua potable*



<b>CURADO UTILIZADO: Convencional con agua por 7 días</b>								
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA</b>								
<b>ESPÉCIMEN</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Espesor (cm)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Área de contacto (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga de rotura (KN)</b>	<b>Carga de rotura(Kg)</b>	<b>Coef. de corrección</b>	<b>Resistencia a la compresión <math>f'm</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
P-3	23.15	12.21	39.00	282.66	225.22	22966	0.86	70.12
P-5	23.39	12.35	38.90	288.87	297.41	30327	0.86	90.22
P-10	23.35	12.14	39.00	283.47	289.65	29536	0.86	90.08
P-12	23.25	12.29	39.10	285.74	303.91	30990	0.86	93.48
<b><math>f'b</math> promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>								85.97
<b>Desviación Estándar</b>								10.69
<b>Coeficiente de Variación (%)</b>								12.43
<b><math>f'b</math> característica (kg/cm<sup>2</sup>)</b>								75.29

**Tabla 23**
*Resistencia a la compresión de pilas de albañilería curadas con Sikacem Curador*

<b>CURADO UTILIZADO: Curador químico Sikacem Curador</b>								
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA</b>								
<b>ESPÉCIMEN</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Espesor (cm)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Área de contacto (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga de rotura (KN)</b>	<b>Carga de rotura(Kg)</b>	<b>Coef. de corrección</b>	<b>Resistencia a la compresión <math>f'm</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
P-1	23.46	12.20	39.10	286.21	263.65	26885	0.86	81.15
P-2	23.40	12.10	39.00	283.14	211.35	21552	0.87	65.87
P-8	23.24	12.27	39.30	285.08	189.83	19357	0.86	58.65
P-9	23.22	12.11	39.20	281.19	210.55	21470	0.87	66.16
<b><math>f'b</math> promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>								67.96
<b>Desviación Estándar</b>								9.45
<b>Coeficiente de Variación (%)</b>								13.91
<b><math>f'b</math> característica (kg/cm<sup>2</sup>)</b>								58.50

**Tabla 24**

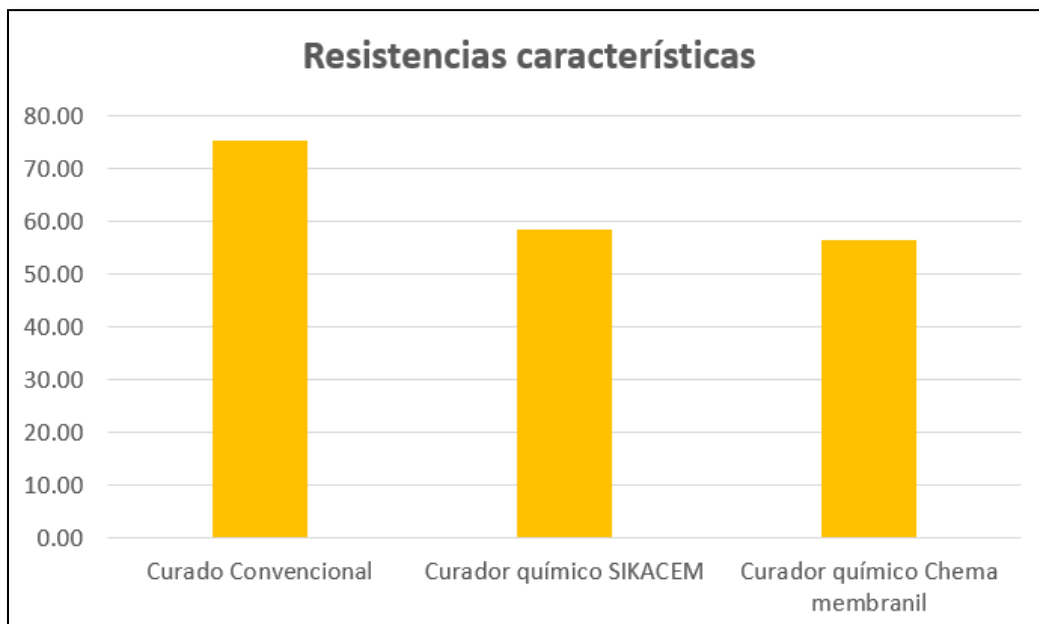
*Resistencia a la compresión de pilas de albañilería curadas con Chema Membranil*

CURADO UTILIZADO: Curador químico Chema Membranil								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA								
ESPÉCIMEN	Largo (cm)	Espesor (cm)	Altura (cm)	Área de contacto (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura (KN)	Carga de rotura(Kg)	Coef. de corrección	Resistencia a la compresión f'm (kg/cm <sup>2</sup> )
P-4	23.11	11.98	39.10	276.86	174.92	17837	0.87	55.97
P-6	23.15	12.11	39.20	280.35	195.04	19889	0.87	61.48
P-7	23.55	12.29	38.90	289.43	254.29	25930	0.86	77.10
P-11	23.31	12.06	39.20	281.12	212.77	21696	0.87	66.96
<b>f'b promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>								65.38
<b>Desviación Estándar</b>								9.01
<b>Coeficiente de Variación (%)</b>								13.78
<b>f'b característica (kg/cm<sup>2</sup>)</b>								56.37

En el siguiente gráfico se presenta un resumen de las resistencias características obtenidas.

**Figura 5**

*Resistencias características obtenidas*



## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

Como se puede apreciar en la figura N°5, el método de curado de los prismas que obtuvo mayor resistencia a compresión, fue el curado convencional con agua potable por 7 días. Considerando a la resistencia obtenida con el curado convencional como la resistencia patrón, se obtuvo que el curado con Sikacem Curador representó un 77.71% de la resistencia patrón y el curado con Chema Membranil representó un 74.87% de la resistencia patrón, con una variación de 22.29% y 25.3% respectivamente.

Los valores obtenidos en la presente investigación son similares a los obtenidos por (Larijo Coaquira, 2021) donde los resultados demostraron que el concreto curado con Chema Membranil Reforzado llega al 80% y el concreto curado con Sika Cem Curador alcanza al 79% de la resistencia requerida, mientras que las probetas que fueron sumergidas en agua (concreto patrón) llegaron al 100%.

Por otro lado (Jácobo Alcántara, 2019) obtuvo igualmente resultados similares, teniendo que las probetas de concreto a los 28 días de edad en valores de porcentajes y considerando al curado convencional como la muestra patrón (100%) el curado con Sikacemcurador obtuvo un 88.36%, seguido del curado con Chema membranil vista que obtuvo 83.58%.

Comparando con los antecedentes mencionados anteriormente, se obtuvieron porcentajes similares, a pesar de que en la presente investigación el elemento a curar fueron prismas de albañilería y no probetas de concreto como en los antecedentes, el efecto fue similar, ya que el curado convencional fue el más efectivo, seguido de los curadores químicos

donde SikaCem presenta una ligera ventaja frente a Chema membranil en términos de resistencia alcanzada a 28 días.

El presente estudio tiene como implicancia práctica que los resultados obtenidos pueden ser utilizados como indicador para seleccionar el tipo de curado más adecuado para la construcción de mampostería con ladrillos de arcilla dependiendo del contexto del proyecto. Como implicancia teórica se tiene que esta investigación puede ser tomada como fuente de información para futuros estudios que deseen complementar, comparar los resultados obtenidos o estudiar el efecto de los curadores químicos desde otro enfoque.

Se tuvieron las siguientes limitaciones en el desarrollo de la investigación:

- Gran parte del agregado fino que se comercializa en Cajamarca no cuenta con características homogéneas para poder ser utilizado en la fabricación de mortero como indica la normativa E070 del RNE, por lo que fue necesario seleccionar cuidadosamente la cantera de donde se obtuvo el material y adicionalmente tamizar este por la malla N°4 previo a los ensayos.
- Los prismas de albañilería se fabricaron con juntas de 1 cm de espesor en lugar de 1.5 cm, que es el espesor que normalmente se utiliza en obra. Esto se debió a que si se hubiera utilizado un espesor de 1.5 cm, la altura total de la pila de albañilería habría sido mayor que la altura libre de la máquina de ensayo de compresión marca FORNEY del laboratorio de concreto de UPN.

## 4.2. Conclusiones

- Se determinó la variación de la resistencia a la compresión de prismas de albañilería que existe al cambiar el método de curado. Al realizar el curado convencional con agua por 7 días se obtuvo una resistencia característica de 75.29 kg/cm<sup>2</sup>, al realizar

el curado con el curador químico Chema Membranil se obtuvo una resistencia característica de 58.50 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente al realizar el curado con el curador químico Sikacem Curador, se obtuvo una resistencia característica de 56.37 kg/cm<sup>2</sup>. Considerando a la resistencia obtenida con el curado convencional, como la resistencia patrón, se obtuvo que el curado con Sikacem Curador representó un 77.71% de la resistencia patrón y el curado con Chema Membranil representó un 74.87% de la resistencia patrón. Teniendo una diferencia de 22.29% y 25.3% respectivamente.

- Se confirmó la hipótesis planteada, ya que los prismas de albañilería con ladrillo de arcilla industrial con mortero 1:4 curados convencionalmente con agua potable, obtuvo una resistencia mayor a la resistencia obtenida de los prismas curados con los curadores químicos: Chema Membranil y Sikacem Curador.
- Se clasificó el ladrillo de arcilla industrial marca FORTES comercializado en Cajamarca en ladrillo clase IV de acuerdo a la Norma Técnica Peruana E.070.
- Se determinaron las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo industrial marca FORTES comercializado en Cajamarca. Presentando una variación dimensional máxima del 1.01% en la altura de la unidad de la albañilería, un alabeo promedio máximo de 0.78mm, una absorción promedio de 13.90%, una succión promedio de 19.46 gr/min/200cm<sup>2</sup> y una resistencia característica de 131.01 kg/cm<sup>2</sup>.
- Se determinó la resistencia a compresión de cubos de mortero con mezcla (C:A) 1:4 obteniendo una resistencia característica de 119.13 kg/cm<sup>2</sup>
- Se determinaron las principales propiedades del agregado fino de la cantera Huayrapongo ubicada en Baños del inca en Cajamarca. Teniendo un módulo de finura

de 2.36, un contenido de humedad del 7.38%, un peso específico de 2.59 g/cm<sup>3</sup>, un peso unitario suelto de 1556.27 kg/cm<sup>3</sup>, un peso unitario compactado de 1683.87 kg/cm<sup>3</sup> y 3.25% de absorción.

## REFERENCIAS

- Aceros Arequipa. (2022). Manual Del Maestro Constructor. En *Revista de la construcción*.  
<https://tinyurl.com/2crn37dh>
- ACI Committee 308R. (2008). Guide to Concrete Curing. *American Concrete Institute*, 9–11.
- Aguilar Moscoso, J. E. (2019). *Influencia del curado del concreto con aditivos químicos en la resistencia a la compresión y permeabilidad de mezclas de concreto convencional, Trujillo 2019*.
- Bartolome, A. (1994). *Construcciones de albañilería: Comportamiento sísmico y Diseño estructural*. PUCP.
- Bonilla Mancilla, D. E. (2006). *Factores de corrección de la resistencia en compresión de prismas de albañilería por efectos de esbeltez*.
- CEMENTOS INKA. (2018, febrero 9). *Todo sobre la albañilería confinada*.  
<https://www.cementosinka.com.pe/blog/todo-sobre-la-albanileria-confinada/>
- Cementos YURA. (2022). *Curado del Concreto*.
- CEMEX. (2021). *Innovación En La Construcción*.
- CHEMA®. (2017). *Hoja técnica - Membranil Vista*. <https://tinyurl.com/24w9xftd>
- Contreras Usedo, S., & Velazco Chávez, C. (2018). *Análisis del método de curado en especímenes de losas de concreto simple, simulando condiciones constructivas de obra en la ciudad de Arequipa*.
- Hernández Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (1997). *Metodología de la investigación*.

Horna Barriga, J. A. (2018). *Influencia de los curadores, tiempo de curado y número de capas en la superficie del concreto sobre la resistencia a compresión, Trujillo 2018.*

ICH. (2010). *Manual de albañil de ladrillos cerámicos.*

INEI. (2017). *Características de las viviendas particulares y los hogares. Acceso a servicios básicos.*

[https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1538/parte01.pdf](https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/parte01.pdf)

Jácobo Alcántara, A. K. (2019). *Influencia del curado del concreto con agua y curado artificial en la resistencia a la compresión del concreto.*

Larijo Coaquira, A. E. (2021). *Comparación de los curadores químicos de concreto para resistencia a la compresión de  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Moquegua 2019.*

Manobanda, C. (2013). *El curado del hormigón y su incidencia en las propiedades mecánicas finales.*

Ministerio de Vivienda, C. y S. (2016). Reglamento Nacional de edificaciones. En *Reglamento Nacional De Edificaciones.*  
<http://www3.vivienda.gov.pe/pnc/docs/normatividad/varios/Reglamento Nacional de Edificaciones.pdf>

Ortiz Hinostroza, F. K. (2020). *Comparación entre el curado convencional de concreto y curado con antisol en la resistencia del concreto.*

PUCP. (2017). *Informe de Análisis Sectorial: Sector Construcción.*

SENAMHI. (2017, febrero 5). *Radiación aumenta hasta en 45% en suelos de concreto o en arena.* <https://elcomercio.pe/lima/radiacion-aumenta-45-suelos-concreto-arena-162956-noticia/>



SENAMHI. (2023, enero 4). *Clima Cajamarca*.

<https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cajamarca&p=radiacion-uv>

The Euclid Chemical Company. (2017). *Curado y sellado del concreto – Guía para selección y aplicación*.

Valenzuela Noa, L. A. (2018). *Estudio de la variación de la resistencia del concreto en obra aplicando diferentes métodos de curado, Lima 2018*.

Vásquez Hidalgo, I. (2016). Tipos de estudio y métodos de investigación. *Gestiopolis*, 1–12.

## ANEXOS

### ANEXO N°1. PANEL FOTOGRÁFICO



**Figura 6**

*Toma de medidas para el ensayo de variación dimensional de la unidad de albañilería*



**Figura 7**

*Secado de las unidades de albañilería en el horno*



**Figura 8**

*Absorción de la unidad de albañilería*



**Figura 9**

*Succión de la unidad de albañilería*



**Figura 11**  
*Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería*



**Figura 10**  
*Cantera Huayrapongo – Baños del Inca - Cajamarca*



**Figura 12**  
*Cuarteo del agregado fino*



**Figura 13**  
*Peso específico del agregado fino*



**Figura 14**  
*Peso unitario del agregado fino*

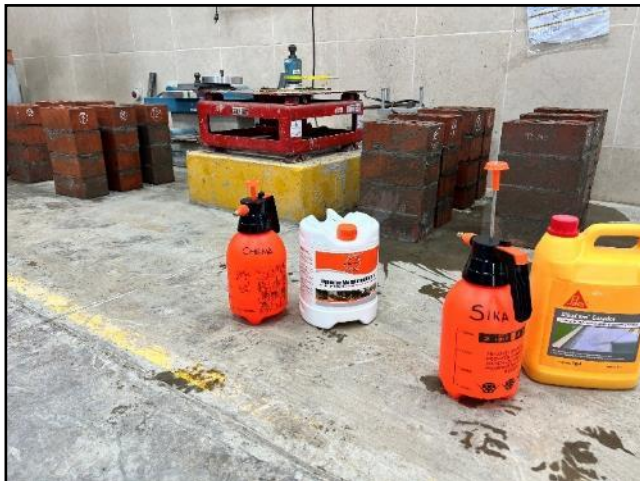




**Figura 16**  
*Mezcla de mortero*



**Figura 15**  
*Espesor de la junta de mortero de 1cm*



**Figura 17**  
*Curado de los prismas de albañilería*



**Figura 18**  
*Ensayo a compresión de los cubos de mortero*



**Figura 19**  
*Enrasado de pilas*




**Figura 20**  
*Falla de pila tras ser sometida a compresión*



**Figura 21**  
*Ensayo a compresión de pilas de albañilería*

## **ANEXOS N°2. PROTOCOLOS**



LABORATORIO DE MATERIALES - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA																	
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO																
	ENSAYO: VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA																
	NORMA: NTP 399.613 - NTP 399.604																
	TESIS: VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLO DE ARCILLA INDUSTRIAL CON MORTERO 1:4, UTILIZANDO UN CURADO CONVENCIONAL Y CURADORES QUÍMICOS: CHEMA MEMBRANIL Y SIKACEM CURADOR																
MARCA:	Fortes					MUESTRA:	Ladrillos					TIPO DE LADRILLO:	King Kong 18 Huecos Industrial				
UBICACIÓN:	Cajamarca					COLOR DE LADRILLO:	Anaranjado										
FECHA DE MUESTREO:	16/01/2023					RESPONSABLE:	Bach. Jhony Edwin Rimarachin Mori										
FECHA DE ENSAYO:	25/01/2023					REVISADO POR:	Mg. Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta										

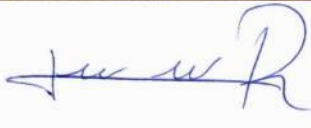

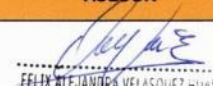
  

Dimensiones de Fábrica	Largo:	23	cm	Ancho:	12	cm	Alto:	9	cm						
UND	Longitud Efectiva (cm)					Ancho Efectivo (cm)					Altura Efectiva (cm)				
	L1	L2	L3	L4	Lo	A1	A2	A3	A4	Ao	H1	H2	H3	H4	Ho
LAD-1	22.95	23.18	23.34	23.14	23.15	12.05	12.07	12.09	12.09	12.08	9.15	9.13	9.19	9.10	9.14
LAD-2	22.85	22.89	23.15	23.56	23.11	12.04	12.05	12.02	12.04	12.04	9.06	9.05	9.04	9.05	9.05
LAD-3	23.17	23.33	23.24	23.12	23.22	11.97	11.90	11.89	11.98	11.94	9.05	9.31	9.18	9.24	9.20
LAD-4	22.85	22.79	22.87	22.98	22.87	12.33	12.23	12.34	12.31	12.30	9.32	9.36	9.28	9.25	9.30
LAD-5	22.92	22.87	22.82	23.12	22.93	11.79	11.77	11.78	11.66	11.75	9.01	8.93	8.94	8.97	8.96
LAD-6	23.18	23.13	22.92	22.89	23.03	11.97	11.91	11.94	11.87	11.92	8.91	8.97	8.99	9.02	8.97
LAD-7	22.96	22.89	23.12	22.95	22.99	12.11	12.16	12.17	12.13	12.14	9.25	9.31	9.27	9.28	9.28
LAD-8	23.15	23.19	23.22	23.21	23.19	11.94	11.91	11.95	11.97	11.94	8.93	8.96	8.94	9.06	8.97
LAD-9	23.12	22.98	22.89	22.88	22.97	11.98	11.96	12.07	12.06	12.02	9.07	9.06	9.01	8.99	9.03
LAD-10	23.11	22.98	23.13	23.11	23.08	11.91	12.02	12.02	11.89	11.96	9.01	9.07	8.94	8.97	9.00

Cuadro Resumen					
Longitud Efectiva Promedio (Lo)	23.05	Ancho Efectivo Promedio (Ao)	12.01	Altura Efectiva Promedio (Ho)	9.09
Desviación Estandar	0.11	Desviación Estandar	0.15	Desviación Estandar	0.13
Coefficiente de Variación	0.50	Coefficiente de Variación	1.23	Coefficiente de Variación	1.43
Longitud de Fábrica	23.00	Ancho de Fábrica	12.00	Altura de Fábrica	9.00
Variación Dimensional	-0.24%	Variación Dimensional	-0.07%	Variación Dimensional	-1.01%

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR/ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
		 FELIX ALEJANDRA VELASQUEZ HUAYTA Ingeniera Civil Reg CIP N° 222077
NOMBRE: Bach. Jhony Edwin Rimarachin Mori FECHA: 25/01/2023	NOMBRE: Jorge Luis Hoyos Martinez FECHA: 25/01/2023	NOMBRE: Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta FECHA: 25/01/2023

LABORATORIO DE MATERIALES - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
<b>PROTOCOLO</b>					
<b>ENSAYO:</b>		ALABEO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA			
<b>NORMA:</b>		NTP 399.613 - NTP 399.604			
<b>TESIS:</b>		VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLO DE ARCILLA INDUSTRIAL CON MORTERO 1:4, UTILIZANDO UN CURADO CONVENCIONAL Y CURADORES QUÍMICOS: CHEMA MEMBRANIL Y SIKACEM CURADOR			
<b>MARCA:</b>	Fortes	<b>MUESTRA:</b>	Ladrillos	<b>TIPO DE LADRILLO:</b>	King Kong 18 Huecos Industrial
<b>UBICACIÓN:</b>	Cajamarca	<b>COLOR DE LADRILLO:</b>	Anaranjado		
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	16/01/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Jhony Edwin Rimarachin Mori		
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	26/01/2023	<b>REVISADO POR:</b>	Mg. Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta		

ESPÉCIMEN	CONCAVIDAD					CONVEXIDAD					
	CARA A (mm)		CARA B (mm)		PROM (mm)	CARA A (mm)		CARA B (mm)		PROM (mm)	
LADRILLO 1	2	2	0	0	1	0	0	1	1	0.5	
LADRILLO 2	0	0	1	0	0.25	0	0	0	0	0	
LADRILLO 3	2	3	0	0	1.25	0	0	1	2	0.75	
LADRILLO 4	1	2	0	0	0.75	0	0	0	1	0.25	
LADRILLO 5	0	0	1	1	0.5	1	0.5	0	0	0.375	
LADRILLO 6	2	3	0	0	1.25	0	0	1	1	0.5	
LADRILLO 7	1	1	0	0	0.5	0	0	2	1	0.75	
LADRILLO 8	1	1	0	0	0.5	0	0	1	1	0.5	
LADRILLO 9	3	2	0	0	1.25	0	0	1	0.5	0.375	
LADRILLO 10	1	1	0	0	0.5	0	0	1	1	0.5	
<b>PROMEDIO (mm)</b>					0.78	<b>PROMEDIO (mm)</b>					0.45

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR/ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
		 Ingeniera Civil Reg CIP N° 222077
<b>NOMBRE:</b> Bach. Jhony Edwin Rimarachin Mori	<b>NOMBRE:</b> Ing. Cesar E. Valdera Chavez	<b>NOMBRE:</b> Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta
<b>FECHA:</b> 28/01/2023	<b>FECHA:</b> 28/01/2023	<b>FECHA:</b> 28/01/2023



LABORATORIO DE MATERIALES - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
<b>ENSAYO:</b>		SUCCIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA			
<b>NORMA:</b>		NTP 399.613 - NTP 399.604			
<b>TESIS:</b>		VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLO DE ARCILLA INDUSTRIAL CON MORTERO 1:4, UTILIZANDO UN CURADO CONVENCIONAL Y CURADORES QUÍMICOS: CHEMA MEMBRANIL Y SIKACEM CURADOR			
<b>MARCA:</b>	Fortes	<b>MUESTRA:</b>	Ladrillos	<b>TIPO DE LADRILLO:</b>	King Kong 18 Huecos Industrial
<b>UBICACIÓN:</b>	Cajamarca	<b>COLOR DE LADRILLO:</b>	Anaranjado		
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	16/01/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Jhony Edwin Rimarachin Mori		
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	27/01/2023	<b>REVISADO POR:</b>	Mg. Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta		

UNIDAD	Peso seco (Ps) (gr)	Peso Mojado (Pm) (gr)	A (cm)	L (cm)	Succión (gr/min/200cm <sup>2</sup> )
U-1	2790.1	2819.5	11.77	23.03	21.69
U-2	2952.8	2977.9	11.98	23.24	18.03
U-3	2728.5	2755.4	12.01	22.82	19.63
U-4	2878	2902.6	12.09	23.17	17.56
U-5	2743.8	2771.5	11.94	22.78	20.37
<b>Promedio</b>					19.46

$$S\left(\frac{gr}{200cm^2}\right)_{min} = \frac{(Pm - Ps)}{A \times L} \times 200$$

Donde:



**S:** Succión sobre la base de 200 cm<sup>2</sup>

**Pm:** Peso de la unidad mojada (gr)

**Ps:** Peso de la unidad seca (gr)

**A:** Ancho del área de contacto de la unidad (cm)

**L:** Largo del área de contacto de la unidad (cm)

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR/ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
		 FELIX VELÁSQUEZ HUAYTA Ingeniera Civil Reg CIP N° 222077
<b>NOMBRE:</b> Bach. Jhony Edwin Rimarachin Mori <b>FECHA:</b> 28/01/2023	<b>NOMBRE:</b> Ing. Cesar E. Valdera Chavez <b>FECHA:</b> 28/01/2023	<b>NOMBRE:</b> Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta <b>FECHA:</b> 28/01/2023


LABORATORIO DE MATERIALES - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
<b>ENSAYO:</b>	ABSORCIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA		
<b>NORMA:</b>	NTP 399.613 - NTP 399.604		
<b>TESIS:</b>	VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLO DE ARCILLA INDUSTRIAL CON MORTERO 1:4, UTILIZANDO UN CURADO CONVENCIONAL Y CURADORES QUÍMICOS: CHEMA MEMBRANIL Y SIKACEM CURADOR		
<b>MARCA:</b>	Fortes	<b>MUESTRA:</b>	Ladrillos
		<b>TIPO DE LADRILLO:</b>	King Kong 18 Huecos Industrial
<b>UBICACIÓN:</b>	Cajamarca	<b>COLOR DE LADRILLO:</b>	Anaranjado
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	16/01/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Jhony Edwin Rimarachin Mori
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	26/01/2023	<b>REVISADO POR:</b>	Mg. Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta

UNIDAD	Peso seco (Wd) (gr)	Peso Saturado (Ws) (gr)	Absorción (%)
U-1	2678	3033	13.26%
U-2	2869	3265	13.80%
U-3	3024	3441	13.79%
U-4	2899	3319	14.49%
U-5	2754	3144	14.16%
<b>Promedio</b>			13.90%

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

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR/ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
		 FELIX ALEJANDRA VELASQUEZ HUAYTA Ingeniera Civil Reg CIP N° 222977
<b>NOMBRE:</b> Bach. Jhony Edwin Rimarachin Mori <b>FECHA:</b> 28/01/2023	<b>NOMBRE:</b> Ing. Cesar-E. Valdera Chavez <b>FECHA:</b> 28/01/2023	<b>NOMBRE:</b> Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta <b>FECHA:</b> 28/01/2023

LABORATORIO DE MATERIALES - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO					
	ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA				
	NORMA:	NTP 399.613 - NTP 399.604				
	TESIS:	VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLO DE ARCILLA INDUSTRIAL CON MORTERO 1:4, UTILIZANDO UN CURADO CONVENCIONAL Y CURADORES QUÍMICOS: CHEMA MEMBRANIL Y SIKACEM CURADOR				
<b>MARCA:</b>	Fortes	<b>MUESTRA:</b>	Ladrillos	<b>TIPO DE LADRILLO:</b>	King Kong 18 Huecos Industrial	
<b>UBICACIÓN:</b>	Cajamarca		<b>COLOR DE LADRILLO:</b>	Anaranjado		
<b>FECHA DE MUESTREO:</b>	16/01/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Jhony Edwin Rimarachin Mori			
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	02/01/2023	<b>REVISADO POR:</b>	Mg. Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta			

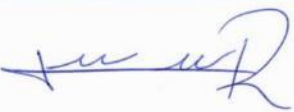


RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA						
ESPÉCIMEN	Lo (cm)	Ao (cm)	Área de contacto (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura (KN)	Carga de rotura (Kg)	Resistencia a la compresión f' <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
U-1	23.05	12.19	280.98	396.83	40465	144.01
U-2	23.26	12.03	279.82	439.42	44808	160.13
U-3	22.96	11.93	273.91	455.08	46405	169.42
U-4	23.27	12.13	282.27	326.35	33278	117.90
U-5	22.91	11.83	271.03	386.32	39394	145.35
U-6	22.9	11.95	273.66	421.03	42933	156.89
<b>f'<sub>b</sub> promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>						148.95
<b>Desviación Estandar (σ)</b>						17.94
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>						12.04
<b>f'<sub>b</sub> característica (kg/cm<sup>2</sup>)</b>						131.01

$$f'_b = \frac{\text{Carga de Rotura}}{\text{Área de contacto}}$$
  

$$\text{Coefficiente de Variación} = \frac{\sigma}{f'_b} * 100$$
  

$$f'_b \text{ característica} = f'_b \text{ promedio} - \sigma$$
  

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR/ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
		 FELIX ALEJANDRA VELÁSQUEZ HUAYTA Ingeniera Civil Reg. CIP. N° 222077
<b>NOMBRE:</b> Bach. Jhony Edwin Rimarachin Mori	<b>NOMBRE:</b> Ing. Cesar E. Valdera Chavez	<b>NOMBRE:</b> Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta
<b>FECHA:</b> 03/02/2023	<b>FECHA:</b> 03/02/2023	<b>FECHA:</b> 03/02/2023



LABORATORIO DE MATERIALES - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
ENSAYO:		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO							
NORMA:		ASTM C136 - NTP 400.012							
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		TESIS:							
		VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLO DE ARCILLA INDUSTRIAL CON MORTERO 1:4, UTILIZANDO UN CURADO CONVENCIONAL Y CURADORES QUÍMICOS: CHEMA MEMBRANIL Y SIKACEM CURADOR							
CANTERA:		Huayrapongo			Módulo de Finura:		2.36		
UBICACIÓN:		Provincia: Cajamarca		AGREGADO:		Arena Gruesa - Río Chonta			
		Distrito: Baños del Inca							
FECHA DE MUESTRA:		06/02/2023			RESPONSABLE:		Bach. Jhony Edwin Rimarachin Mori		
FECHA DE ENSAYO		07/02/2023			REVISADO POR:		Mg. Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta		

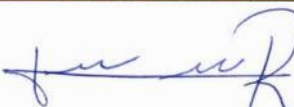


  


Mínimo 500 gr.									
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO		% PASANTE ACUMULADO (%)	Husos Granulométricos (Según Norma E.070)		
	(pulg)	(mm)		PARCIAL	ACUMULADO				
1	N° 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100	
2	N° 8	2.36	17.20	1.61	1.61	98.39	95	100	
3	N° 16	1.18	209.40	19.66	21.27	78.73	70	100	
4	N° 30	0.60	245.90	23.09	44.36	55.64	40	75	
5	N° 50	0.30	316.10	29.68	74.04	25.96	10	35	
6	N° 100	0.15	220.90	20.74	94.78	5.22	2	15	
7	N° 200	0.075	53.50	5.02	99.80	0.20	0	2	
8	Bandeja	0.00	2.10	0.20	100.00	0.00	-	-	
TOTAL			1065.10	100.00					

Nota: Para calcular la granulometría, utilizar todas las mallas, para el caso del módulo de finura no utilizar la malla N° 10 y N° 200. Con la siguiente fórmula podemos determinar

$$M.F = \frac{(\sum \% \text{ Retenido acumulado en las mallas } N^{\circ} 4, 8, 16, 30, 50 \text{ y } 100)}{100}$$
  

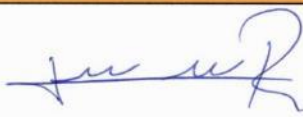
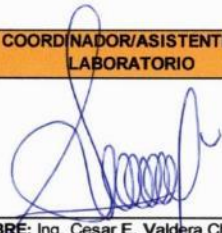

<b>OBSERVACIONES:</b> <i>Previo al ensayo, fue necesario tamizar el agregado (arena gruesa) por el tamiz N°4</i>		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR/ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
		 FELIX ALEJANDRA VELÁSQUEZ HUAYTA Ingeniera Civil Reg CIP N° 222077
<b>NOMBRE:</b> Bach. Jhony Edwin Rimarachin Mori	<b>NOMBRE:</b> Ing. Cesar E. Valdera Chavez	<b>NOMBRE:</b> Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta
<b>FECHA:</b> 07/02/2023	<b>FECHA:</b> 07/02/2023	<b>FECHA:</b> 07/02/2023


LABORATORIO DE MATERIALES - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO			
	NORMA:	MTC E108 - ASTM D2216 - NTP 399.127			
	TESIS:	VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLO DE ARCILLA INDUSTRIAL CON MORTERO 1:4, UTILIZANDO UN CURADO CONVENCIONAL Y CURADORES QUÍMICOS: CHEMA MEMBRANIL Y SIKACEM CURADOR			
CANTERA:	Huayrapongo		AGREGADO:	Arena Gruesa - Río Chonta	
UBICACIÓN:	Provincia: Cajamarca	Distrito: Baños del Inca			
FECHA DE MUESTRA:	06/02/2023	RESPONSABLE:	Bach. Jhony Edwin Rimarachin Mori		
FECHA DE ENSAYO	07/02/2023	REVISADO POR:	Mg. Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta		

ID	DESCRIPCIÓN	UND	AGREGADO FINO		
			T01	T02	T03
A	Identificación de la tara	-	T01	T02	T03
B	Peso de la tara	gr	68.10	71.20	75.90
C	Peso de la tara + muestra húmeda	gr	827.50	831.00	1118.50
D	Peso de la tara + muestra seca	gr	774.90	777.20	1049.70
E	Peso muestra húmeda (W <sub>mh</sub> )=C-B	gr	759.40	759.80	1042.60
F	Peso de la muestra seca (W <sub>s</sub> )= D-B	gr	706.80	706.00	973.80
W %	Contenido de humedad [(E-F)/F*100]	%	7.44	7.62	7.07
G	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	%	7.38		

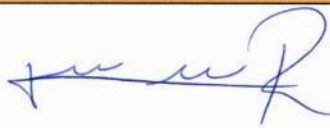
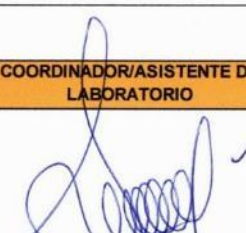

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR/ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
		 FELIX ALEJANDRA VELÁSQUEZ HUAYTA Ingeniera Civil Reg CIP N° 222077
NOMBRE: Bach. Jhony Edwin Rimarachin Mori FECHA: 07/02/2023	NOMBRE: Ing. Cesar E. Valdera Chavez FECHA: 07/02/2023	NOMBRE: Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta FECHA: 07/02/2023

LABORATORIO DE MATERIALES - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>ENSAYO:</b>	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO				
	<b>NORMA:</b>	MTCE205 - ASTM C128 - NTP400.022				
	<b>TESIS:</b>	VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLO DE ARCILLA INDUSTRIAL CON MORTERO 1:4, UTILIZANDO UN CURADO CONVENCIONAL Y CURADORES QUÍMICOS: CHEMA MEMBRANIL Y SIKACEM CURADOR				
<b>CANTERA:</b>	Huayrapongo		<b>AGREGADO:</b>	Arena Gruesa - Río Chonta		
<b>UBICACIÓN:</b>	<b>Provincia:</b> Cajamarca		<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Jhony Edwin Rimarachin Mori		
	<b>Distrito:</b> Baños del Inca					
<b>FECHA DE MUESTRA:</b>	06/02/2023		<b>REVISADO POR:</b>	Mg. Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta		
<b>FECHA DE ENSAYO</b>	16/02/2023					

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO						
ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada	gr.	484.00	484.50	484.29	
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua	gr.	1297.30	1297.60	1297.40	
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	1604.40	1604.10	1604.20	
S	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca	gr.	500.00	500.00	500.00	
E	Peso específico aparente (Seco) $\frac{A}{B + S - C}$	gr/cm <sup>3</sup>	2.51	2.50	2.51	2.51
F	Peso específico aparente (SSS) $\frac{S}{B + S - C}$	gr/cm <sup>3</sup>	2.59	2.58	2.59	2.59
G	Peso específico nominal (Seco) $\frac{A}{B + A - C}$	gr/cm <sup>3</sup>	2.74	2.72	2.73	2.73
H	Absorción $\frac{S - A}{A} \times 100\%$	(%)	3.31	3.20	3.24	3.25

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR/ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
		 FELIX ALEJANDRA VELÁSQUEZ HUAYTA Ingeniera Civil Reg CIP N° 222077
<b>NOMBRE:</b> Bach. Jhony Edwin Rimarachin Mori	<b>NOMBRE:</b> Ing. Cesar E. Valdera Chavez	<b>NOMBRE:</b> Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta
<b>FECHA:</b> 17/02/2023	<b>FECHA:</b> 17/02/2023	<b>FECHA:</b> 17/02/2023








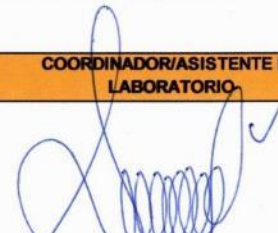

LABORATORIO DE MATERIALES - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
<b>PROTOCOLO</b>						
<b>ENSAYO:</b>		PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO				
<b>NORMA:</b>		MTCE203 - ASTM C29 - NTP 400.017				
<b>TESIS:</b>		VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLO DE ARCILLA INDUSTRIAL CON MORTERO 1:4, UTILIZANDO UN CURADO CONVENCIONAL Y CURADORES QUÍMICOS: CHEMA MEMBRANIL Y SIKACEM CURADOR				
<b>CANTERA:</b>	Huayrapongo		<b>AGREGADO:</b>		Arena Gruesa - Río Chonta	
<b>UBICACIÓN:</b>	<b>Provincia:</b> Cajamarca	<b>Distrito:</b> Baños del Inca				
<b>FECHA DE MUESTRA:</b>	06/02/2023	<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Jhony Edwin Rimarachin Mori			
<b>FECHA DE ENSAYO</b>	14/02/2023	<b>REVISADO POR:</b>	Mg. Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta			

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		VOLUMEN DEL MOLDE			0.0093 m <sup>3</sup>	
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	Kg	20.40	20.42	20.50	
B	Peso del molde	Kg	4.78	4.78	4.78	
C	Peso del AF Compactado, $C = A - B$	Kg	15.62	15.64	15.72	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO $D = C / \text{Vol. Molde}$	Kg/m <sup>3</sup>	1679.57	1681.72	1690.32	1683.87
E	Peso del Molde + AF Suelto	Kg	19.22	19.30	19.24	
F	Peso del AF Suelto, $F = E - B$	Kg	14.44	14.52	14.46	
G	PESO UNITARIO SUELTO $G = F / \text{Vol. Molde}$	Kg/m <sup>3</sup>	1552.69	1561.29	1554.84	1556.27

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR/ASISTENTE DE LABORATORIO	ASESOR
		 FELIX ALEJANDRA VELÁSQUEZ HUAYTA Ingeniera Civil Reg CIP N° 222077
<b>NOMBRE:</b> Bach. Jhony Edwin Rimarachin Mori	<b>NOMBRE:</b> Ing. Cesar E. Valdera Chavez	<b>NOMBRE:</b> Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta
<b>FECHA:</b> 17/02/2023	<b>FECHA:</b> 17/02/2023	<b>FECHA:</b> 17/02/2023

LABORATORIO DE MATERIALES - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO					
	<b>ENSAYO:</b>	COMPRESIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO				
	<b>NORMA:</b>	ASTM C109 - NTP 334.051				
	<b>TESIS:</b>	VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLO DE ARCILLA INDUSTRIAL CON MORTERO 1:4, UTILIZANDO UN CURADO CONVENCIONAL Y CURADORES QUÍMICOS: CHEMA MEMBRANIL Y SIKACEM CURADOR				
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	23/03/2023	<b>PROPORCIÓN:</b>	1:4 (Cemento:Arena)			
<b>EDAD DEL MORTERO:</b>	28 días	<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Jhony Edwin Rimarachin Mori			
<b>N° DE ESPECÍMENES:</b>	10 cubos	<b>REVISADO POR:</b>	Mg. Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CUBOS DE MORTERO						
ESPECÍMEN	Lo (cm)	Ao (cm)	Área de contacto (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura (KN)	Carga de rotura(Kg)	Resistencia a la compresión <i>f'b</i> (kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	5.01	5.06	25.37	30.27	3087	121.68
M-2	5.01	5.03	25.22	31.76	3239	128.44
M-3	5.01	5.02	25.12	35.24	3593	143.04
M-4	5.01	5.03	25.23	34.88	3557	140.99
M-5	5.01	5.02	25.13	32.50	3314	131.90
M-6	5.02	5.02	25.19	35.00	3569	141.71
M-7	5.02	5.02	25.21	29.83	3042	120.68
M-8	5.01	5.02	25.16	31.86	3249	129.12
M-9	5.02	5.01	25.14	28.76	2933	116.69
M-10	5.01	5.02	25.17	29.07	2964	117.74
<b><i>f'b</i> promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>						129.20
<b>Desviación Estandar (<math>\sigma</math>)</b>						10.07
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>						7.79
<b><i>f'b</i> característica (kg/cm<sup>2</sup>)</b>						119.13
<b>OBSERVACIONES:</b>						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR/ASISTENTE DE LABORATORIO			ASESOR	
					 FÉLIX ALEJANDRA VELÁSQUEZ HUAYTA Ingenera Civil Reg CIP N° 222077	
<b>NOMBRE:</b> Bach. Jhony Edwin Rimarachin Mori		<b>NOMBRE:</b> Ing. Cesar E. Valdera Chavez			<b>NOMBRE:</b> Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta	
<b>FECHA:</b> 25/03/2023		<b>FECHA:</b> 25/03/2023			<b>FECHA:</b> 25/03/2023	

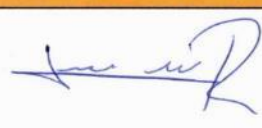




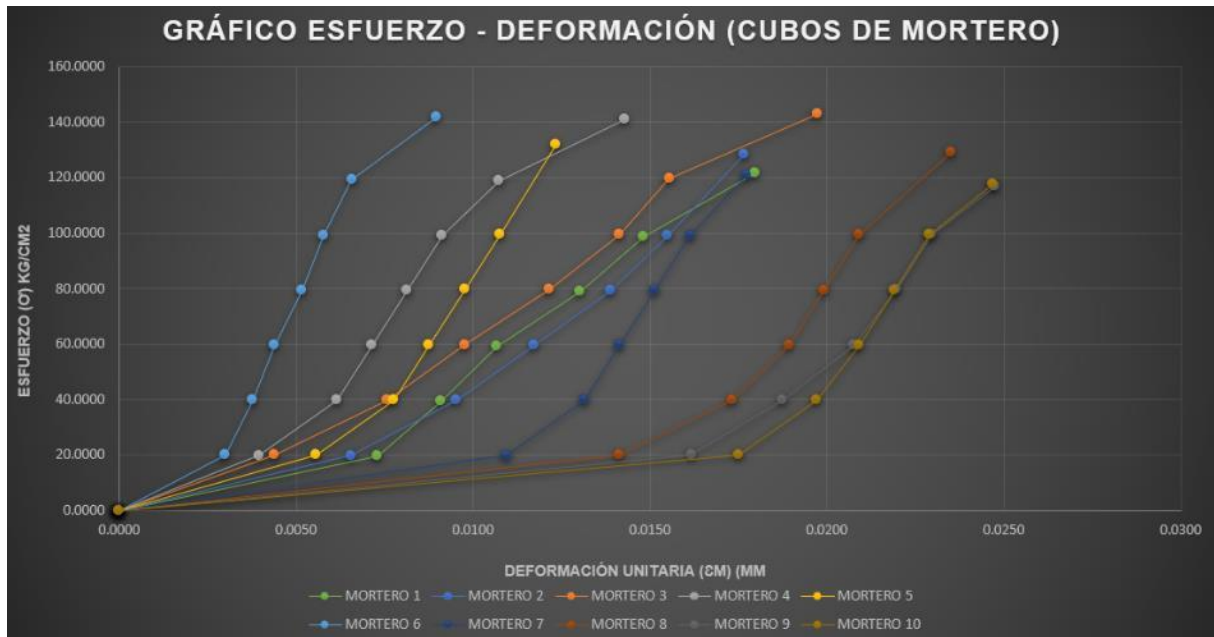
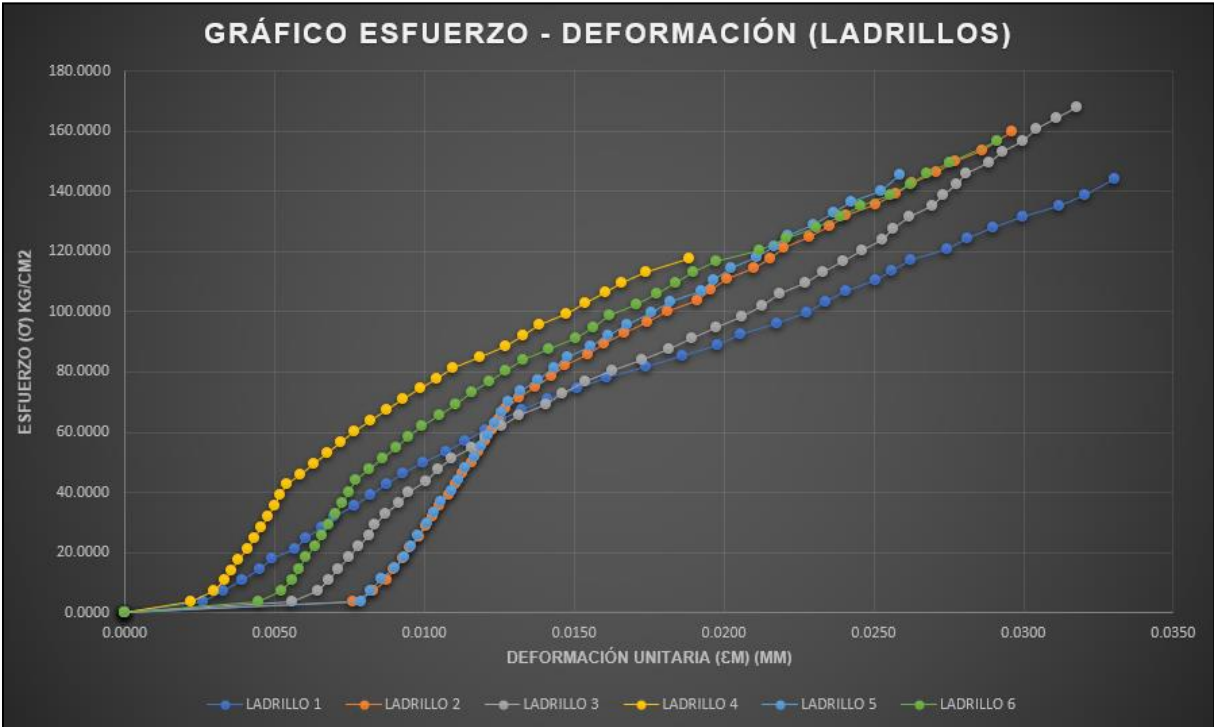
<b>LABORATORIO DE MATERIALES - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA</b>			
<b>PROTOCOLO</b>			
<b>ENSAYO:</b>	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA		
<b>NORMA:</b>	NTP 399.605 - NTP 399.621		
<b>TESIS:</b>	VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA CON LADRILLO DE ARCILLA INDUSTRIAL CON MORTERO 1:4, UTILIZANDO UN CURADO CONVENCIONAL Y CURADORES QUÍMICOS: CHEMA MEMBRANIL Y SIKACEM CURADOR		
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	24/03/2023	<b>PROPORCIÓN:</b>	1:4 (Cemento:Arena)
<b>EDAD DE LAS PILAS:</b>	28 días	<b>RESPONSABLE:</b>	Bach. Jhony Edwin Rimarachin Mori
<b>N° DE ESPÉCIMENES:</b>	12 pilas	<b>REVISADO POR:</b>	Mg. Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta

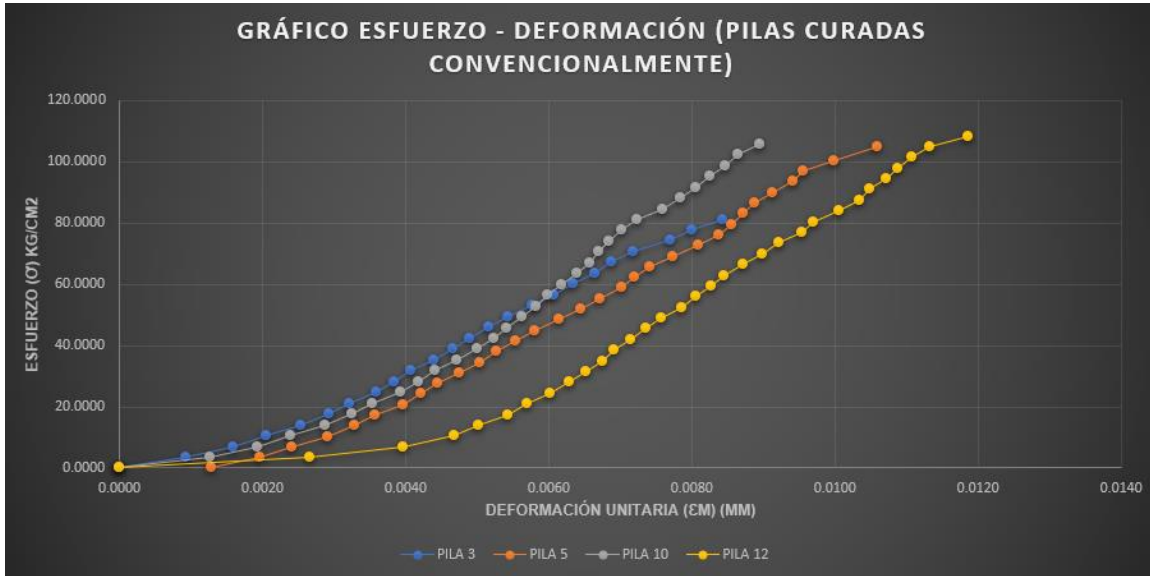
<b>CURADO UTILIZADO: Convencional con agua por 7 días</b>								
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA</b>								
ESPÉCIMEN	Largo (cm)	Espesor (cm)	Altura (cm)	Área de contacto (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura (KN)	Carga de rotura(Kg)	Coef. de corrección	Resistencia a la compresión $f'm$ (kg/cm <sup>2</sup> )
P-3	23.15	12.21	39.00	282.66	225.22	22966	0.86	70.12
P-5	23.39	12.35	38.90	288.87	297.41	30327	0.86	90.22
P-10	23.35	12.14	39.00	283.47	289.65	29536	0.86	90.08
P-12	23.25	12.29	39.10	285.74	303.91	30990	0.86	93.48
<b><math>f'b</math> promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>								85.97
<b>Desviación Estandar (<math>\sigma</math>)</b>								10.69
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>								12.43
<b><math>f'b</math> característica (kg/cm<sup>2</sup>)</b>								75.29

<b>CURADO UTILIZADO: Curador químico Sikacem Curador</b>								
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA</b>								
ESPÉCIMEN	Largo (cm)	Espesor (cm)	Altura (cm)	Área de contacto (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura (KN)	Carga de rotura(Kg)	Coef. de corrección	Resistencia a la compresión $f'm$ (kg/cm <sup>2</sup> )
P-1	23.46	12.20	39.10	286.21	263.65	26885	0.86	81.15
P-2	23.40	12.10	39.00	283.14	211.35	21552	0.87	65.87
P-8	23.24	12.27	39.30	285.08	189.83	19357	0.86	58.65
P-9	23.22	12.11	39.20	281.19	210.55	21470	0.87	66.16
<b><math>f'b</math> promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>								67.96
<b>Desviación Estandar (<math>\sigma</math>)</b>								9.45
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>								13.91
<b><math>f'b</math> característica (kg/cm<sup>2</sup>)</b>								58.50

<b>CURADO UTILIZADO: Curador químico Chema Membranil</b>								
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA</b>								
ESPÉCIMEN	Largo (cm)	Espesor (cm)	Altura (cm)	Área de contacto (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura (KN)	Carga de rotura(Kg)	Coef. de corrección	Resistencia a la compresión $f'm$ (kg/cm <sup>2</sup> )
P-4	23.11	11.98	39.10	276.86	174.92	17837	0.87	55.97
P-6	23.15	12.11	39.20	280.35	195.04	19889	0.87	61.48
P-7	23.55	12.29	38.90	289.43	254.29	25930	0.86	77.10
P-11	23.31	12.06	39.20	281.12	212.77	21696	0.87	66.96
<b><math>f'b</math> promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>								65.38
<b>Desviación Estandar (<math>\sigma</math>)</b>								9.01
<b>Coefficiente de Variación (%)</b>								13.78
<b><math>f'b</math> característica (kg/cm<sup>2</sup>)</b>								56.37

<b>OBSERVACIONES:</b>		
<b>RESPONSABLE DEL ENSAYO</b>	<b>COORDINADOR/ASISTENTE DE LABORATORIO</b>	<b>ASESOR</b>
		 FELIX ALEJANDRA VELASQUEZ HUAYTA Ingeniera Civil Reg CIP N° 222077
<b>NOMBRE:</b> Bach. Jhony Edwin Rimarachin Mori	<b>NOMBRE:</b> Ing. Cesar E. Valdeira Chavez	<b>NOMBRE:</b> Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta
<b>FECHA:</b> 25/03/2023	<b>FECHA:</b> 25/03/2023	<b>FECHA:</b> 25/03/2023





## **ANEXOS N°3. HOJAS TÉCNICAS**





## HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

# SikaCem® Curador

Curador químico para concreto y mortero

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaCem® Curador es un compuesto de curado que al ser pulverizado sobre el concreto fresco se adhiere a la superficie de éste (concreto), formando una película impermeable al agua y al aire, evitando la evaporación del agua de la mezcla y el secado prematuro del concreto por efectos del sol y/o viento.

### USOS

- Techos
- Losas o pisos
- Vigas y/o columnas
- Veredas
- Rampas de acceso
- Canales de riego
- Carreteras
- Puentes
- Construcciones en generales de concreto

### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Reducir el riesgo de fisuración por secado prematuro del agua.
  - Rapidez y facilidad de aplicación, ya que se pulveriza sobre la superficie del concreto.
  - Reduce los tiempos de curado con agua (7 días) y la mano de obra.
- Después de 3 horas de aplicado, SikaCem® Curador no es afectado por las lluvias y su efecto se mantiene durante 3 semanas mínimo.

### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

<b>Empaques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Envase plástico x1gal</li> <li>▪ Balde x 18 L</li> </ul>
<b>Apariencia / Color</b>	Líquido / Incoloro
<b>Vida Útil</b>	2 años
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	SikaCem® Curador puede ser almacenado en un sitio libre de congelamiento a temperaturas sobre los +5 °C .
<b>Densidad</b>	1.11 +/- 0.01 Kg/L

Hoja De Datos Del Producto  
SikaCem® Curador  
Septiembre 2021, Versión 01.03  
021405031000000103

1 / 2

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

### Consumo

Dependiendo de las condiciones ambientales, especialmente de la velocidad del viento, el rendimiento es de 5 m<sup>2</sup> por litro de SikaCem® Curador 0,2 L/m<sup>2</sup>.

- Envase x1 gal rinde 19 m<sup>2</sup>
- Balde x18 l rinde 90 m<sup>2</sup>

## NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

## INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

SikaCem® Curador se aplica sobre la superficie del concreto fresco, una vez que este haya adquirido una tonalidad opaca superficialmente, es decir, en cuanto haya evaporado el exceso de agua de mezcla, tiempo que puede estar entre media hora y tres horas después de finalizada su colocación, dependiendo del viento y la temperatura ambiente.

Se debe agitar el contenido de los envases antes de su aplicación.

Es recomendable el uso de pulverizadores (fumigadores) para su uso y rendimiento óptimo, mas SikaCem® Curador puede ser aplicado con brocha o rodillo.

## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto

Sika Perú  
Habilitación Industrial  
El Lúcumo Mz. "B" Lote 6  
Lurín, Lima  
Tel. (511) 618-6060

Hoja De Datos Del Producto  
SikaCem® Curador  
Septiembre 2021, Versión 01.03  
021405031000000103

2 / 2


## NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe). La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

SikaCemCurador-es-PE-(09-2021)-1-3.pdf

CONSTRUYENDO CONFIANZA





**Chema**  
Calidad que Construye

Hoja Técnica  
**MEMBRANIL VISTA**  
 Curador tipo membrana para concreto expuesto o caravista


VERSION: 01  
 FECHA: 22/09/2017

---

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<p>MEMBRANIL VISTA es un curador líquido transparente tipo membrana para concreto fresco, está formulado para retener hasta el 95% de agua del concreto por 7 días a fin de proporcionar la hidratación adecuada. Es una gran alternativa al curado tradicional que se realiza durante 7 días con agua.</p> <p>Este producto cumple con las especificaciones de la norma ASTM C-309, Tipo I, Clase A (Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete)</p>
<b>VENTAJAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retiene hasta el 95% del agua del concreto por 7 días.</li> <li>- Prolonga la hidratación del concreto evitando la formación de fisuras por un secado prematuro.</li> <li>- Resulta económico debido a que se no se necesita de mano de obra especializada, se aplica fácilmente con mochila aspersora.</li> <li>- Permite desarrollar las resistencias a la flexión y compresión deseadas.</li> <li>- Retiene hasta el 95% del agua del concreto por 7 días.</li> <li>- No produce decoloración ni manchas en la superficie tratada.</li> <li>- Después de varias semanas se disipa para permitir aplicaciones posteriores de pintura o recubrimiento, solo se debe eliminar el polvo superficial con un escobillón.</li> </ul>
<b>USOS</b>	<p>Para el curado de concreto fresco en interiores y exteriores en vaciados de losas, columnas, vigas, calzadas, veredas, techos, carreteras, diques, placas, estacionamientos, cubiertas de puentes, vías peatonales, etc.</p>
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apariencia : Líquido</li> <li>- Color : Incoloro.</li> <li>- Densidad : 3.70 – 3.80kg/L</li> <li>- PH : 7.0 – 10.0</li> <li>- VOC : 0 gr/L</li> </ul>
<b>PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO</b>	<p>Agitar el envase antes de usar.</p> <p>El momento ideal para aplicar es inmediatamente después que haya desaparecido la exudación de la superficie o después de haber desencofrado.</p> <p>Aplicar con mochila aspersora dejando una capa uniforme sobre toda la superficie.</p> <p>Limpiar la herramientas de aplicación después de culminar el trabajo con agua limpia.</p>
<b>RENDIMIENTO</b>	<p>Se recomienda aplicar de 12 - 14 m<sup>2</sup> /gal., que dará una membrana entre 0.25 a 0.33mm de espesor.</p>
<b>PRESENTACIÓN</b>	<p>Envase de 1gal.        Envase de 5 gal.</p>

**ATENCIÓN AL CLIENTE:**  
 (511) 336-8407

Página 1 de 2



Hoja Técnica  
**MEMBRANIL VISTA**  
Curador tipo membrana para concreto expuesto  
o caravista

VERSION: 01  
FECHA: 22/09/2017

---

Envase de 55 gal.

---

**TIEMPO DE ALMACENAMIENTO** 1 año en su envase original, cerrado, almacenado bajo techo en ambiente fresco y ventilado.

---

**PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES** Se recomienda aplicar el MEMBRANIL VISTA en dos capas siendo la segunda perpendicular a la primera.

No usar cuando la temperatura de ambiente y de la superficie del concreto estén por debajo de 4°C (40°F), o si se pronostica lluvia durante las 12 horas posteriores a la aplicación. Para una instalación óptima, las temperaturas de ambiente y de la superficie deben estar entre 7°C y 38°C (45°F y 100°F). La temperatura del producto debe estar entre 10°C y 32°C (50°F y 90°F). Después de la aplicación la superficie debe permanecer descubierta y sin protección para una adecuada disipación.

En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico 012732318/999012933). Producto tóxico, NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños. No comer ni beber mientras manipula el producto. Lavarse las manos luego de manipular el producto. Utilizar guantes, gafas protectoras y ropa de trabajo. Almacene el producto bajo sombra y en ambientes ventilados. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua. Si es ingerido, no provocar vómitos; procurar ayuda médica inmediata.

**“La presente Edición anula y reemplaza la Versión N° 0 para todos los fines”**

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El uso, aplicación y manejo correcto de los productos, quedan fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.

---

**ATENCIÓN AL CLIENTE:**  
(511) 336-8407

Página 2 de 2



## **ANEXOS N°3. DISEÑO DE MORTERO**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				
CEMENTO PACASMAYO TIPO 1				
PESO ESPECÍFICO (P.E.):	3.10	g/cm <sup>3</sup>		
AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)				
PESO ESPECÍFICO (P.E.):	2.59	g/cm <sup>3</sup>		
PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.S.):	1556.27	kg/cm <sup>3</sup>		
PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.S.C.):	1683.87	kg/cm <sup>3</sup>		
CONTENIDO DE HUMEDAD (C.H.):	7.38%	%		
ABSORCIÓN:	3.25%	%		
DATOS - DISEÑO MEZCLA				
RELACIÓN CEMENTO / ARENA		CEMENTO	ARENA	
		1	4	
RELACIÓN AGUA / CEMENTO (W/MC):		0.75		
AIRE INCLUIDO		1%	%	
DESPERDICIO		30%	%	
1. DETERMINACIÓN DE VOLÚMENES APARENTES DE UNA TANDA DE MEZCLA				
CEMENTO		1	pie <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO		4	pie <sup>3</sup>	
RELACIÓN AGUA CEMENTO		0.75		
2. DETERMINACIÓN DE MATERIALES SECOS DE UNA TANDA				
Peso de 1 bls de Cemento = Peso de 1 pie <sup>3</sup> de cemento		42.5	Kg	
Agregado Fino		176.27	Kg	
Agua		31.88	Lt	
3. DETERMINACIÓN DE VOLÚMENES ABSOLUTOS DE UNA TANDA				
Vol. Abs de Cemento		0.013710	m <sup>3</sup>	
Vol. Abs. Agregado fino		0.068059	m <sup>3</sup>	
Vol. Abs. Agua de diseño		0.031875	m <sup>3</sup>	
Subtotal:		0.113644	m <sup>3</sup>	
Aire Atrapado (1%):		0.001136	m <sup>3</sup>	
Rendimiento de una tanda (Total):		0.114780	m <sup>3</sup>	
4. CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CÚBICO				
N° de bolsas de cemento:		8.71 bls	8.71	370.18 kg
Agregado Fino		1535.74	kg	
Agua Diseño		277.70	Lts	
5. CORRECCIÓN POR HUMEDAD				
Cemento		370.18	Kg	
Agregado Fino		1649.08	kg	
Aporte de agua del agregado		63.43	Lts	
Agua Efectiva para Diseño		214.28	Lts	