



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del mortero de cal
adicionando mucilago de nopal (*Opuntia ficus-indica*), Ayacucho- 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil

AUTORA:

Giraldo Villar, Rina Marleny (orcid.org/0000-0002-0442-2628)

ASESOR:

Mg. Vildoso Flores, Alejandro (orcid.org/0000-0003-3998-5671)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

HUARAZ — PERÚ

2022

Dedicatoria

Este trabajo de investigación lo dedico a mi hijo Yeicob quien es la razón de mi vivir, un regalito de luz en mi vida. A mis padres y hermanas que han estado a mi lado desde el inicio de mi carrera y ahora con satisfacción doy un paso más en la vida profesional. A Vanessa, mi comadre y compañera de trabajo quien no dejaba de alentarme cuando flaqueaba. A mi mascota Venturina mi por ser mi fiel compañera.

Rina Marleny Giraldo Villar.

Agradecimiento

En primer lugar, agradecer a Dios por darme la vida y permitirme llegar hasta donde estoy ahora, sin él nada hubiera sido posible. A mis padres que creyeron en mí e hicieron los sacrificios posibles para hacer de mí una persona profesional. A mi hijo quien fue mi principal motivo de seguir día a día. A mis hermanas que me acompañaron todo este tiempo con sus palabras de ánimos. A mi comadre por todo su apoyo incondicional y sus sabias palabras durante el proceso de elaboración de la tesis. A María por su colaboración en la ejecución del proyecto. A mi mascota (Venturina) por ser mi fiel compañera.

Rina Marleny Giraldo Villar.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Índice de ecuaciones	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	19
3.1. Tipo y diseño de investigación	19
3.2. Variables y operacionalización	20
3.3. Población, muestra y muestreo	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
3.5. Procedimientos	24
3.6. Método de análisis de datos	28
3.7. Aspectos éticos	28
3.8. Desarrollo de la investigación	28
IV. RESULTADOS	36
V. DISCUSIÓN	58
VI. CONCLUSIONES	60
VII. RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS	63
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Composición química del nopal</i> -----	13
Tabla 2 <i>Muestra de la investigación en estado fresco</i> -----	21
Tabla 3 <i>Muestra de la investigación en estado endurecido</i> -----	22
Tabla 4 <i>Dosificación del mortero patrón y mortero con adiciones de mucílago de nopal</i> 26	
Tabla 5 <i>Promedio del Asentamiento en mortero de cal y mortero de cal con adiciones de mucilago de nopal</i> -----	36
Tabla 6 <i>Promedio del Peso Unitario en mortero de cal y mortero de cal con adiciones de mucilago de nopal</i> -----	38
Tabla 7 <i>Promedio del Contenido de aire en mortero de cal y mortero de cal con adiciones de mucilago de nopal</i> -----	39
Tabla 8 <i>Resultados de los ensayos a compresión en cubos prismáticos a los 14 días de curado.</i> -----	40
Tabla 9 <i>Resultados de los ensayos a compresión en cubos prismáticos a los 21 días de curado.</i> -----	42
Tabla 10 <i>Resultados de los ensayos a compresión en cubos prismáticos a los 28 días de curado.</i> -----	44
Tabla 11 <i>Resultados de los ensayos a flexión en especímenes a los 14 días de curado.</i> -----	46
Tabla 12 <i>Resultados de los ensayos a flexión en especímenes a los 21 días de curado.</i> -----	48
Tabla 13 <i>Resultados de los ensayos a flexión en especímenes a los 28 días de curado.</i> -----	50
Tabla 14 <i>Resultados de los ensayos de compresión axial en pilas a los 28 días de curado.</i> -----	52
Tabla 15 <i>Resultados de los ensayos de compresión diagonal en muretes a los 28 días de curado.</i> -----	54
Tabla 16 <i>Costo de producción del mortero de cal y mortero con adición de mucilago de nopal</i> -----	56

Índice de gráficos y figuras

Figura 1 Opuntia Ficus-Indica -----	12
Figura 2 Recolección de la penca de nopal-----	29
Figura 3 Cortar en trozos -----	29
Figura 4 Remojo de los trozos de nopal -----	30
Figura 5 Obtención final del mucílago de nopal -----	30
Figura 6 Medición del asentamiento del mortero patrón y con adiciones de mucilago de nopal -----	32
Figura 7 Medición del peso unitario del mortero patrón y con adiciones de mucilago de nopal -----	33
Figura 8 Ensayo de Resistencia a la Compresión -----	34
Figura 9 Ensayo de Resistencia a la Flexión -----	35
Figura 10 Promedio del Asentamiento en mortero fresco-----	37
Figura 11 Promedio del Peso Unitario en mortero fresco -----	38
Figura 12 Promedio del Contenido de Aire en mortero fresco -----	39
Figura 13 Promedio de la Resistencia a la compresión en 14 días en mortero curado -----	41
Figura 14 Promedio de la Resistencia a la compresión en 21 días en mortero curado -----	43
Figura 15 Promedio de la Resistencia a la compresión en 28 días en mortero curado -----	45
Figura 16 Promedio de la Resistencia a la flexión en 14 días en mortero curado	47
Figura 17 Promedio de la Resistencia a la flexión en 21 días en mortero curado	49
Figura 18 Promedio de la Resistencia a la flexión en 28 días en mortero curado	51
Figura 19 Promedio de la Resistencia a la compresión axial en pilas a los 28 días en mortero curado-----	53
Figura 20 Promedio de la Resistencia a la compresión diagonal en muretes a los 28 días en mortero curado -----	55
Figura 21 Costo de producción del mortero de cal y mortero con adición de mucilago de nopal -----	56

Índice de ecuaciones

Ecuación 1 P.Ufresco:.....	17
----------------------------	----

Resumen

En el trabajo de investigación realizado se presento como objetivo la evaluación de las propiedades físico-mecánicas del mortero de cal con la adición de mucilago de nopal, se aplicó el tipo de investigación aplicada y el diseño de investigación fue cuasiexperimental. A la vez la muestra estuvo constituida por 132 en total, de las cuales 36 muestras fueron para determinar las propiedades físicas: asentamiento, peso unitario y contenido de aire y 96 muestras para la determinación de las características mecánicas, se planteó la hipótesis que la adición del mucilago de nopal contribuye de manera positiva en las propiedades físico-mecánicas del mortero de cal.

De igual manera, se registraron los resultados del mortero de cal con adición de mucilago de nopal, observándose que en todos los diseños se presentan un incremento en la resistencia de compresión y flexión en comparación con el mortero patrón, tal es el caso que a los 28 días el mortero de cal con adición del 15% de mucilago de nopal obtuvo 25.59 kg/cm² en los cubos prismáticos, en la resistencia a la flexión se alcanzó 7.66 kg/cm², la compresión en pilas alcanzó los 18.11 kg/cm² y la compresión axial en muretes llegó a 1.86 kg/cm², con estos resultados se llegó a la conclusión que los diseños estudiados y adicionados al mortero de cal, contribuyen positivamente en la resistencia a la compresión y flexión.

Palabras Clave: Mortero de Cal, mucilago de nopal, propiedades físico-mecánicas.

Abstract

In the research work carried out, the evaluation of the physical-mechanical properties of the lime mortar with the addition of nopal mucilage was presented as an objective, the type of applied research was applied and the research design was quasi-experimental. At the same time, the sample consisted of 132 in total, of which 36 samples were to determine the physical properties: settlement, unit weight and air content and 96 samples to determine the mechanical characteristics, the hypothesis was raised that the addition of nopal mucilage contributes positively to the physical-mechanical properties of lime mortar.

In the same way, the results of the lime mortar with the addition of nopal mucilage were recorded, observing that in all the designs there is an increase in the resistance of compression and flexion in comparison with the standard mortar, such is the case that the After 28 days, the lime mortar with the addition of 15% nopal mucilage obtained 25.59 kg/cm² in the prismatic cubes, in the flexural resistance it reached 7.66 kg/cm², the compression in piles reached 18.11 kg/cm² and the axial compression in walls reached 1.86 kg/cm², with these results it was concluded that the designs studied and added to the lime mortar, contribute positively to the resistance to compression and flexion.

Keywords: Lime mortar, nopal mucilage, physical-mechanical properties

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, la cal es un elemento conglomerante muy usado por el hombre desde tiempos remotos, no se sabe con exactitud desde cuándo se descubrió, pero se conoce que en la ciudad de Catal Hüyük con una antigüedad de 6 000 a.C. hay indicios del uso de la cal, de igual manera en la ciudad de Jericó (Palestina), se han hallado vestigios de cal con antigüedad de 10 000 años, la Mesopotamia también utilizó la cal en combinación con el barro para el revestimiento de paredes en los templos, canales, baños, viviendas y tumbas. En Turquía, la ciudad de Capadocia con antigüedad de más de 8 000 años, utilizaron la cal para revestimientos, podemos asegurar que estas civilizaciones conocían muy bien de las propiedades del mortero de cal y su empleo en las construcciones, en Grecia se utilizó el mortero de cal ligante proveniente de fábricas, claro está que no es como en la actualidad pero su uso se dirigía con fines decorativos, por su parte en Roma, hubo una mejora en el proceso de la obtención de la cal, con la disposición de materiales de alta calidad y la técnica de uso en obra, ellos fueron los que agregaron aditivos naturales para el perfeccionamiento del mortero de cal. Para el año 19 a.C. algunas provincias romanas usaban en sus construcciones el hormigón de cal de manera masiva, sus ingenieros de esta manera abarcaron construcciones de gran envergadura como teatros, circos, etc. En la actualidad la cal está de vuelta, y no solo para la restauración de centros arqueológicos sino para la edificación de nuevas construcciones, el encalado es una tendencia de eco-decoración y bioconstrucción, ya son varios años que se vienen utilizando aunque en América no se ha visto mucho, en los años 80 en Italia se utiliza la cal para revestimientos como un acabado moderno y rustico por el aporte de personalidad a las construcciones, además de otras bondades de la cal como es un agente fungicida no permite la presencia del moho. Por parte del mejoramiento ambiental, muchos profesionales prefieren utilizar la cal ya que en su fabricación la energía necesaria es el 50% menor que para la producción de cemento.

A nivel nacional, en el Perú actualmente las construcciones buscan ser modernas e innovadoras, se construyen edificios de muchos pisos, estructuras

deslumbrantes y caprichosas formas, por un lado y hay un sector como es el turismo, la experiencia vivencial, etc. que buscan construcciones con materiales rústicos (adobe, quincha, mortero de cal, bambú, caña brava, etc) dejando de lado lo típico de ladrillo, cemento y acero. Estas construcciones rústicas son muy deseadas, porque es salir de lo común como es la ciudad hacia más rudimentario, hay un boom por la adquisición de estas construcciones de forma definitiva o temporal, en el mercado son muy valoradas y cotizadas por el tipo de materiales, el proceso constructivo y el acabado final de las estructuras. Los ingenieros civiles estamos a la vanguardia de todos estos cambios y de la utilización de nuevos materiales que nos sacan de nuestra línea de confort, siempre con el interés de cumplir con las expectativas del cliente.

A nivel regional, Ayacucho es una región turística y con mucha cultura, el uso del mortero de cal es usada en restauraciones de sitios arqueológicos y nuevas construcciones como es Pampachacra, un destino turístico con características rústicas a base de cal.

Por lo expuesto, se plantea el **problema general**: ¿De qué manera contribuye la adición de mucílago de nopal, en las propiedades físico-mecánicas del mortero de cal, Ayacucho- 2022? De la misma manera se formulan los **problemas específicos**; **P1**: ¿De qué manera influye el método de obtención del mucílago de nopal en las propiedades físico-mecánicas del mortero de cal, Ayacucho-2022?; **P2**: ¿De qué manera contribuye la adición de mucílago de nopal (Opuntia ficus-indica), en las propiedades físicas del mortero de cal, Ayacucho- 2022?, **P3**: ¿De qué manera contribuye la adición de mucílago de nopal (Opuntia ficus-indica), en las propiedades mecánicas del mortero de cal, Ayacucho- 2022?, **P4**: ¿De qué manera incide en los costos de producción, la adición del mucílago de nopal en el mortero de cal Ayacucho- 2022?

Se presenta la **justificación teórica**; la investigación demostrará el porcentaje adecuado de mucílago de nopal (Opuntia ficus-indica) en adición al mortero de cal, de igual manera este estudio será utilizado en futuras investigaciones, como un antecedente con resultados y conclusiones para

futuros empleos como información científica para conocimiento y para contraste, dando lugar a una ampliación del marco teórico de los morteros de cal con la adición de mucílago de nopal (sustancia orgánica), mostrando la evaluación de sus propiedades físico mecánicas. La **justificación metodológica**, como en toda investigación se seguirá un proceso metodológico secuencial según el estudio que se realizará, además en el proyecto se presentarán las pruebas de laboratorio de la evaluación de las propiedades físico-mecánicas del mortero de cal con la adición de mucílago de nopal, estos datos serán verídicos y fidedignos con los cuales probaremos o no la hipótesis planteada. La **Justificación técnica**, como investigador surge la preocupación de mejorar las propiedades físico-mecánicas del mortero de cal, debido que el uso de la cal está aumentando en los últimos años en el mundo de la construcción, se busca que el mortero de cal sea más eficiente en todas sus propiedades, que sea un mortero trabajable, fuerte, de acabado fino y acceso a todos, se tiene conocimiento que el mucílago de nopal tiene características favorables para los morteros en proporciones adecuadas, y es lo que se busca comprobar con esta investigación. De igual manera se presenta la **Justificación social**, el beneficio se enfoca al sector de la construcción, tanto profesionales como personal técnico podrán aplicar el mucílago de nopal en los morteros de cal para los procesos constructivos que se presenten, en el sector turismo se reflejará en construcciones rústicas, agradables y novedosas para el público. En cuanto a la **Justificación económica**, se debe mencionar que la penca de tuna o nopal, materia prima de donde se obtiene el mucílago de nopal, no es costoso, en toda la sierra peruana existe este producto y el comercio es accesible, no genera costos excesivos para su obtención. Para terminar, presento la **Justificación ambiental**, primero mencionando que, para la obtención de la cal en polvo, su fabricación genera el uso de un 50% menos de energía que cuando se produce cemento, disminuyendo así la producción de CO₂ en el ambiente, segundo que el mucílago de nopal es una sustancia orgánica, libre de químicos y procesos de fabricación para su uso en los morteros de cal, siendo un producto eco amigable.

Se presenta como **Objetivo General**: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del mortero de cal con la adición de mucílago de nopal,

Ayacucho 2022. **Los objetivos específicos; O1:** Obtener el mucílago de nopal con el procedimiento adecuado, Ayacucho 2022. **O2:** Determinar cómo contribuye la adición de mucilago de nopal en las propiedades físicas del mortero de cal, Ayacucho 2022. **O3:** Determinar cómo contribuye la adición de mucílago de nopal en las propiedades mecánicas del mortero de cal, Ayacucho 2022. **O4:** Determinar la incidencia de los costos de producción en el mortero de cal con la adición del mucilago de nopal.

A continuación, presentamos la **hipótesis general:** la adición del mucilago de nopal contribuye de manera positiva en las propiedades físico-mecánicas del mortero de cal, Ayacucho 2022. Y las **hipótesis específicas** serán; **H1:** El método de obtención del mucilago de nopal es el adecuado. **H2:** La adición de mucilago de nopal contribuye de manera positiva en las propiedades físico del mortero de cal, Ayacucho 2002. **H3:** La adición de mucilago de nopal contribuye de manera positiva en las propiedades mecánicas del mortero de cal, Ayacucho 2022. **H4:** Los costos de producción del mortero de cal con adición del mucilago de nopal son aceptables en el mercado de la construcción, Ayacucho 2022.

II. MARCO TEÓRICO

En toda investigación es necesario contar con antecedentes, es así que se presenta en el ámbito **internacional**, tenemos a **Villalobos**, sostuvo como **objetivo** Aprender las propiedades físico-mecánicas de morteros de cal con el mucilago de nopal de la especie *Opuntia Ficus Indica* como aditivo, en base a los diferentes métodos de extracción del mismo, su **metodología** empleada es experimental se basó en los métodos para la obtención de la extracción del mucilago de nopal, como es el método cocido, método en remojo y el método en seco, **resultado**, obtuvo como resultado que en el mezclado de mortero de cal usando agua con mucilago de nopal al 80, 85 y 90% del volumen total de los sólidos, las mezclas resultaron homogéneas, pero la fluidez cambió, fue demasiado líquido llegando a fracturarse los moldes, cuando reemplazó el 100% de agua por mucilagos de nopal resultaron muy frágiles y luego de varios ensayos indica que un porcentaje del 75% es trabajable y se pudieron crear morteros definitivos, no presentaron fracturas y el desmolde fue sencillo, presentó las siguientes **conclusiones**, el mucilago de nopal ha modificado alguna de la propiedades físicas y mecánicas del mortero: la fluidez, resistencia a la compresión, densidad, porosidad y permeabilidad. La fluidez es la propiedad que presento más cambios, la resistencia a la compresión no muestra cambios significativos. (1)

Por otro lado, tenemos a **Vilca** en su tesis de doctorado tuvo como **objetivo** fomentar nuevos conglomerantes sostenibles desde la utilización de residuos trabajados en los morteros de cal/puzolana-geopolímero y evaluar sus características mecánicas, microestructurales y duración a plazo prolongado, la **metodología** utilizada fue de nivel experimental donde se midió la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, tuvo ensayos de durabilidad, pruebas de absorción de agua por capilaridad, fluorescencia de rayos equis. Los **resultados** fueron que las pastas de cal/CCA con 10% y 30% de geopolímero comercial presentaron el pico cuatro correspondiente deshidroxilación de cal hasta en el segundo y primer día lo que significa que la reacción geopolimérica es más rápida a mayor porcentaje de sustitución, en estas pastas con el polímero

presentan los geles NASH (picos 5), otro resultado fue que las pastas de cal/CCA geopolímero a partir de tierra de diatomea natural presenta solo los picos de 1 y 5 en edades cortas y largas, finalmente **concluye** que existe impacto efectivo al adicionar en cantidades limitadas de geopolímero en el sistema cal/puzolana, la resistencia a la compresión aumento siete veces más que los morteros de control, la presencia de geopolímeros en los morteros de cal perfecciona el periodo de presentación al ambiente. (2)

De igual manera **Gonzales** en su tesis tuvo como **objetivo** principal conseguir morteros de cal mejorando sus propiedades con la adición de diversos aditivos y combinaciones entre ellos, los aditivos empleados fueron: colorímetro de etileno- acetato de vinilo, almidón, oleato sódico, éteres de policarboxilato y agentes puzolánicos. La **metodología** aplicada fue de nivel experimental con el empleo de diversos materiales en la cual se prepararon morteros en una relación: árido 1:1 para la realización de probetas prismáticas de 40 x 40 de 60 mm en los cuales se determinó la resistencia a la compresión y otras características mecánicas. Los **resultados** fueron que la actividad fotocatalítica mejoró por la adición de superplastificantes, lo que conlleva a una actividad descontaminante en los morteros, se **concluye** que los morteros de cal mejoran su desempeño con la adición de los diversos aditivos estudiados, pero de acuerdo al porcentaje empleado. (3)

Como manifiesta **Espitia** tuvo como **objetivo** evaluar la resistencia de los morteros de cal y arena y morteros de cal adicionados. La **metodología** empleada fue la experimental, en la cual produjeron cilindros de mortero para los ensayos respectivos, construyeron muretes de 32,5 x 39 cm, 41 x 52,5cm y 109 x 106,5 cm. Los **resultados** mostraron valores altos en compresión y flexión, y **concluyó** que los morteros con metacaolín triplicaron las resistencias en comparación con las mezclas de arena y cal. Los morteros con adición de polvo de ladrillo presentaron ligeramente aumento en las resistencias. Los morteros de cal presentaron una tasa alta de carbonatación. (4)

Como antecedentes **nacionales** tenemos a **Bulnes** tuvo como **objetivo** definir la resistencia de un mortero de cemento- arena con la adición de un material natural como es el mucílago de nopal en un 10% y 20%, aplicó la **metodología** fue con enfoque cuantitativo de nivel cuasi experimental, la población estuvo constituida por 27 probetas de las cuales se determinaron sus propiedades mecánicas a los 7,14, 28 días. En los **resultados** se observó que la resistencia promedio a la compresión supera en 70% en los primeros 3 días, pero a los 28 días no supera en porcentaje al mortero patrón. Finalmente se **concluyó** que las adiciones de mucílago de nopal en el mortero de cemento, producen descenso en los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días, ya que se realizó el comparativo entre el mortero patrón y los morteros con mucílago. (5)

Por último, **García**, en su investigación tuvo como **objetivo** proponer soluciones para la reutilización y reciclaje de escorias blancas de Horno LF y escorias negras de Horno Eléctrico del Arco EAF. La **metodología** empleada fue de tipo experimental. Los **resultados** mostraron que los morteros de cal presentan una resistencia a la compresión proporcional a la flexión, con valores superiores, los morteros de cal y árido presentan aumento en las resistencias a los 28 y 56 días. Los morteros de cal aérea muestran resistencia a lo largo del tiempo debido a la lenta carbonatación, su resistencia es el doble a los 3 y 6 meses. **Concluyó** que los morteros diseñados con la finalidad de revestimiento presentan buen comportamiento con el paso del tiempo y condiciones climatológicas. Los morteros para juntas de albañilería no presentan cambios significativos visualmente. (6)

Desde el punto de vista de **Arellano** en su tesis, cuyo **objetivo** principal fue Valorar la influencia de la adición de baba de nopal - baba de sábila en las propiedades mecánicas del mortero en albañilería confinada, Trujillo – 2021. La **metodología** utilizada en este estudio fue de tipo aplicada, diseño cuasi experimental y enfoque cuantitativo en donde el nopal y la sábila determinan el comportamiento del mortero, la población está conformada por todas las probetas cubicas y pilas de ladrillo de mortero, de ahí encontramos la muestra

conformada por 99 probetas cúbicas y 33 pilas. Los **resultados** de los ensayos hechos al mortero en estado endurecido están por encima de los resultados de la muestra patrón, se apreció este aumento en todas las muestras con diferentes porcentajes de adición, por otro lado en la evaluación del mortero en estado fresco, se observó que los resultados del contenido de aire presentaron un aumento y este aumento es directamente proporcional al porcentaje de adición del producto en comparación con mortero patrón, pasó lo contrario con la propiedad de la fluidez que a mayor adición del producto desciende. La **conclusión** es fabricar un mortero que cuente con un porcentaje de 1% de la baba de nopal o sábila, pero este mortero debe ser excelente. (7)

A juicio de **Cortez**, en su tesis tuvo como **objetivo** señalar las características de un mortero empleado en tarrajeo con la adición de mucílago de nopal en porcentajes de 0%, 10%, 15%, 20%, 25%, respecto del agua en el distrito de San Bartolomé, Lima. La **metodología** aplicada es diseño experimental puro con enfoque cuantitativo, su muestra estuvo conformada por 110 especímenes a los cuales se realizaron los ensayos de compresión, densidad-absorción, permeabilidad, adherencia. En los **resultados** obtenidos de los ensayos a la compresión se observaron a las muestras con porcentaje de adición de nopal presentan un mayor porcentaje de resistencia en comparación a la muestra patrón, referente a la absorción se ve una disminución en los morteros con adición de nopal a diferencia que la densidad se ve incrementada. Se **concluye** que los morteros con adición de mucílago presentaron mayor resistencia a la compresión a los 3 y 7 días y a los 28 días su resistencia a la compresión bajo en relación al mortero patrón. (8)

Por otro lado, tenemos a **Inga**, que presentó como **objetivo** estudiar la intervención de la adición de mucílago de nopal (*Opuntia ficus-índica*) en las propiedades mecánicas del concreto permeable. La **metodología** es un diseño experimental y las variables que se estudiaron fueron: la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por compresión diametral y la permeabilidad. Obteniendo **resultados** de los cuatro diseños de mezcla que se realizaron teniendo en cuenta el mismo criterio para su diseño. Se observa que

la mezcla tipo II presentó mejores resultados en referencia a las mezclas III y IV, mostrando $f'c = 229.55 \text{ kg/cm}^2$, el resultado para la resistencia a la tracción por compresión diametral fue de 20.82 kg/cm^2 y una permeabilidad de 0.66 cm/s . A la **conclusión** que llegó es que el mortero de concreto con la adición de mucilago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) aumenta la resistencia a la compresión, disminuye la resistencia a la tracción por compresión diametral y permeabilidad en relación al mortero patrón. (9)

De igual manera **Quiñones y Villacorta**, tuvieron como objetivo general determinar las características de la baba de nopal para el mejoramiento de empleada fue de tipo Aplicada – pre- experimental y el nivel de investigación: descriptivo. Realizaron el procedimiento de adicionar dos tipos de morteros A (arcilla + baba de nopal) y B (arena + arcilla + baba de nopal) a las tejas andinas que sirven para cobertura, y se realizó la comparación con tejas sin adición de ningún mortero, se obtuvo los siguientes **resultados**, las tejas con el mortero A presentaron 3.08% de humedad, tejas con mortero B presentan 2.63% de humedad y las tejas sin mortero presentaron 10.02% de humedad y 11.2% para el grupo A y B. Finalmente **concluyeron** que ambos ensayos de los morteros obtuvieron buenos resultados en cuanto a la mejora de impermeabilidad, en el mortero A llegó a un 30.74% de impermeabilidad y en el mortero B llegó a 23,48%. Se logró una dosificación para el mortero A (3kg de arcilla + 1 litro de baba de nopal) y para el mortero B (3kg de arena fin + 1kg de arcilla + 1.5 litros de baba de nopal). (10)

En otros idiomas

En la investigación titulada **Then Influence of Fire and Water con Lime, Natural Hydraulic Lime, and Cement-Lime Mortars**, publicado por Joseph Bacci, tuvo como **objetivo** determinar si las altas temperaturas del fuego y posterior enfriamiento modifican las propiedades mecánicas de los morteros. La **metodología** fue de tipo experimental en la cual se realizaron dos morteros de cal hidráulica, tres morteros de cemento-cal y morteros secos con cal hidratada. Los **resultados** muestran que los morteros de cal presentan mejores valores a las fuerzas de resistencia a comparación de los otros componentes como

mortero Tipo S, Tipo O, Tipo K, NHL 5 y NHL 3,5. **Concluyó** que todas las muestras de mortero luego de pasar por temperaturas mayores de 700°C, sobreviven a saturaciones por 24 horas, pero esta disminuye la resistencia a la tracción, de igual forma disminuye el desplazamiento en la falla. Los morteros de cal muestran un ligero aumento en la rigidez y también se observa que los morteros recuperan sus resistencias iniciales a la tracción cuando se da el proceso de secado. (11)

Ozlem Cizer en su investigación **INVESTIGATION OF LIME MORTAR CHARACTERISTICS FOR THE CONSERVATION OF THE OTTOMAN BATHS IN SEFERİHİSAR-URLA REGION**, presentó por **objetivo** determinar las características de los morteros de cal para la conservación del patrimonio histórico. La **metodología** empleada es de tipo experimental, su muestreo es de los muros y cupulas de los baños seleccionados. Los **resultados** que obtuvo luego de sus ensayos se observan que los agregados finos se mezclan mejor con la cal porque presentan dióxido de silicio y óxido de aluminio. En sus **conclusiones** menciona que el cemento no debe usarse en los morteros de cal porque conlleva al deterioro, además refiere que la adherencia del mortero de cal al ladrillo es muy fuerte que llega a parecer una estructura monolítica. (12)

En la tesis para el grado de doctor titulada **A study of carbonation in non-hydraulic lime mortars**, presentada por Michael Lawrence, tuvo como **objetivo** la propuesta de técnicas para la medición y detección de la carbonatación del mortero de cal, la **metodología** empleada es de tipo experimental y tuvo como **resultados** la obtención de dos técnicas, la primera por el método de análisis termogravimétrico que accede a medir la carbonatación y la segunda técnica es el uso de medición por resistencia de perforación para visualizar el perfil de carbonatación. Las **conclusiones** brindadas son que la relación agua y cal no proporciona impacto en la resistencia de los morteros de cal como se había supuesto. Los morteros de cal aérea elaborados con áridos calcínicos producen mayores valores en la resistencia a la compresión que se comparan con la cal hidráulica, y esta resistencia no está asociada a la carbonatación. (13)

Como **artículos científicos**, Diaz, Menchaca, Rocabruno y Uruchurtu en la revista Alconpant, tuvo como objetivo evaluar el efecto del mucilago de moral en las propiedades electromecánicas del concreto, la **metodología** es experimental, obteniendo como **resultado** que los ensayos a compresión muestran resultados con disminución de valores a los 28 días, por otro lado, la corrosión se retrasó al igual que la corrosión. **Concluyo** que el diseño de 1-3 de mucilago de nopal presenta valores más alto en la compresión, en un circuito abierto partiendo del potencial, se observa un retraso en la corrosión del acero de refuerzo. Todas las muestras mostraron altos niveles de resistencia al ruido y polarización. El mucilago de nopal provee de condiciones perfectas para el acero en el concreto. (14)

Exponemos las **bases teóricas** para el proyecto formulado, tomando en cuenta al **mucilago de nopal**, en el Perú tenemos presencia de esta sustancia orgánica en la época del Horizonte Pre-agrícola con antigüedad entre 10000 a 6000 años, en una zona con altitud de 4200 msnm en la provincia de Junín, se pudieron encontrar semillas de una especie de Opuntia, que en la actualidad crece y se consume en lugares con esa altitud (15).

Existen pocos vestigios de la existencia de la penca opuntia en el Perú antiguo, es así que se hallaron rastrojos de opuntia y otras cactáceas a manera de ofrendas enterradas conjuntamente a los muertos, de las espinas de la penca de opuntia se observa la confección de alfileres, anzuelos, peines (15).

En las culturas Nazca, Moche, Paracas e Inca, el opuntia fue un elemento muy utilizado, por su parte Pedro de Rivera en los años 1586, en sus crónicas menciona la existencia de cardones y que presenta un fruto con el cual se puede teñir la ropa, Miguel de Este en el año 1953 incide que la cochinilla se cultivó en el Perú antes que llegaran los españoles, se usaba como colorante y simultáneamente en Bolivia y Chile. El nombre de tuna que se le otorga es de origen caribeño, en México se deriva de Náhuatl, Nopalli y en Estados Unidos se le conoce como Prickly pear, cactus pear y cactus fruti, en España se le llama higo, y en cada país tiene diferente denominación (15).

El nopal de la especie de *Opuntia ficus-indica*, es una planta de tamaño regular, a manera de arbusto que presenta ramificaciones, es de color verde, crece con frecuencia en zonas áridas y semiáridas, su adaptación logra ser exitosa porque aprovecha el agua subterránea. Estas pencas presentan en su interior compuestos hidrocoloides con la característica que retienen agua. En la composición del mucilago participan las glicoproteínas y un polisacárido ácido formado por L-arabinosa, D-xilosa, D-galactosa, L-ramnosa y ácido D-galacturónico (1).

Figura 1

Opuntia Ficus-Indica



Fuente: Elaboración propia

Composición química general: La composición química del nopal fresco, muestra los siguientes compuestos en una porción de 100 gramos:

Tabla 1*Composición química del nopal*

PARÁMETRO	CONTENIDO
Porción comestible	78.00
Energía (Kcal)	27.00
Proteínas (g)	1.70
Grasa (g)	0.30
Carbohidratos (g)	5.60
Calcio (mg)	93.00
Hierro (mg)	1.60
Tiamina (mg)	0.03
Riboflavina (mg)	0.06
Niacina (mg)	0.03
Ascórbico (mg)	8.00

Fuente: Algunos alcances sobre el origen de la tuna en Perú.

Aplicaciones del mucilago del nopal: En Cuba, en estudio mostró la capacidad clarificante del mucilago de la tuna en comparación d sulfato de aluminio, insumo utilizado por excelencia para la clarificación del agua (16).

Algunos estudios refieren que los coagulantes naturales presentan un mejor rendimiento en el tratamiento de agua, por ejemplo, el algínico que se obtiene de la tuna y nopal, estos polímeros naturales se caracterizan porque no generan toxicidad y es usado por su fácil acceso y bajo costo en varios países (17).

También se habla del mucilago como coagulante debido a su competencia de mudar el 50% del color y el 70% la turbidez de aguas crudas, y a su vez no altera el PH del agua involucrada (18).

Extracción de mucilago: Existen métodos variados referente a su extracción, desde la forma cocida, sumergida o en polvo, de igual forma existen autores que sustentan los procedimientos según su experiencia propia (16).

En la presente investigación se ha visto por conveniente extraer el mucilago de nopal por sumersión, para esto vamos a hacer uso del tallo, previamente se debe quitar las espinas y luego se corta en rodajas, se colocarán en un envase con el agua hasta taparlas totalmente, por un periodo de 14 a 25 días, tomando como tiempo promedio 18 días, el ambiente debe tener de temperatura 15 a 20°C y la humedad fluctuar entre 82 a 92% (16).

Agregado fino: NTP 400.12. Se utiliza la arena gruesa y esta debe cumplir con las características necesarias para ser empleada en el mortero de cal, no debe contener más del 5% de limos y menos del 1.5% de material orgánico. En los estudios a realizar la arena debe mostrar el tamaño menor a 1/4" según lo estipulado en la Norma ASTM-C-33-99. (19)

Agua: NTP 339.008. El agua para morteros no debe contener sustancias suspendidas, las cuales pueden adulterar el fraguado del mortero. Si se sospecha que la calidad del agua no es la adecuada, se puede realizar ensayos.

El agua para concretos y morteros de preferencia debe ser potable porque es adecuada para el mezclado, la relación de agua y cal se reflejará en la resistencia del mortero

La dosificación del agua depende del aglomerante, plasticidad, clima y aplicación. (20)

Cal: Según la Norma Europea UNE-EN 459-1 referencia tipos de cal de acuerdo a su composición química:

Cales aéreas:

Cálcicas: rocas calizas calcinadas puras, con un porcentaje mayor al 95% rico en calcio

Dolomíticas: piedras dolomíticas calcinadas con contenido de magnesio.

Cales Hidráulicas:

Piedras con contenido de sílice, aluminio y hierro, son calcinadas y su endurecimiento es debido al agua (21).

Es de suma importancia saber la diferencia entre ambos tipos de cal, por ejemplo, la cal hidráulica se compone de catos, y es semejante al cemento.

La cal más usada para la fabricación de morteros es la cal aérea cálcica obtenida a una temperatura entre 900 y 1200 °C, debidamente apagada o hidratada previamente, en caso no sucedería esto podría presentar fisuras por aumento de volumen posterior a su aplicación. Entonces si la cal entra en contacto con un ser viviente, provoca deshidratación de los tejidos, ya que absorbe el agua de estos.

La cal, que es el óxido de calcio o calcio, fórmula CaO . De igual manera se le conoce como "cal apagada" o cal muerta", que es hidróxido de calcio, Ca(OH)_2 . Al mezclar el óxido de calcio con el agua, el óxido reacciona de manera abrupta y desprende una temperatura de 90° C, del producto de esta unión se obtiene el hidróxido de calcio denominada cal apagada y su fórmula es Ca(OH)_2 (22).

A la cal viva anteriormente se le conocía como "cal" en vez de "calcio", existen compuestos donde es usado como en el "talco" o "aljez" (sulfato de calcio di hidratado de fórmula $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ o en el mármol o "gis" que es carbonato de calcio con fórmula CaCO_3 (23).

Mortero de cal: Todo mortero es una aleación de un pegamento inorgánico, agregado fino y agua, si se desea se puede adicionar aditivos, con la finalidad de unir materiales de construcción como son los ladrillos, bloquetas, adobes, piedras o también se usa para el tarrajeo (24). La cal puede ser de dos tipos: aérea o hidráulica. Este mortero es permeable ya que permite la transpirabilidad y a la vez es impermeable al agua (25).

En el Perú la norma que regula los morteros según el RNE es la Norma E.070 – Albañilería, la cual establece los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la inspección de las edificaciones de albañilería estructuradas principalmente por muros confinados y por muros armados.

En la actualidad con la conciencia ecológica, el mortero de cal ha ganado popularidad, es perfecto para restauraciones, construcción, patrimonio, etc.

Ventajas del mortero de cal

- La cal es un producto biodegradable, ecológico, debido que es un elemento de la misma naturaleza.
- Como la cal tiene un alto nivel de alcalinidad, funciona de manera natural como desinfectante y fungicida, su PH elevado impide la proliferación de hongos, moho y bacterias nocivas, perjudiciales para la salud.
- Alta resistencia a las condiciones climáticas como la lluvia, los rayos UV, la humedad, muy promocionado para exteriores.
- El mortero de cal presenta un bajo nivel de retracción y fisuración, apropiado para revestimientos.

Propiedades físico-mecánicas del mortero de cal: Las características del mortero de cal son apreciables durante el estado fresco y el estado endurecido, las propiedades físicas son evaluadas en su estado fresco y por otro lado las propiedades mecánicas son evaluadas en estado endurecido.

Propiedades Físicas

- **Trabajabilidad:** NTP 339.035. Esta propiedad se refiere a la comodidad con que se puede trabajar el mortero sin que presente problemas de segregación, es decir el tiempo de trabajabilidad antes de que el mortero fragüe (26). El grado de fluidez se observa con el asentamiento que mide la consistencia del mortero, porque lo que se busca es que el mortero pueda sea trabajable.
- **Contenido de aire:** NTP 400.017:2011. La presencia de aire incorporado en el mortero aumenta la trabajabilidad del mismo, elevan la plasticidad sin el aumento de agua y disminuyen la fricción de sus componentes (27). Existen métodos para poder obtener este valor y se encuentran en las normas ASTM C231; ASTM C173 y ASTM C138.
- **Peso unitario compactado:** NTP 400.017:2011. Es la densidad total, producto de dividir la masa del mortero en estado seco entre el volumen que ocupa (28).

Ecuación 1 P.U fresco:

$$P. U. fresco = \frac{(W_r - W_{mo}) - W_r}{vol}$$

W_r = Peso del recipiente

W_{mo} = Peso del mortero

Vol = Volumen del recipiente

Propiedades mecánicas

- **Resistencia a la compresión:** NTP 339.604. Es cuando un material llega a su esfuerzo máximo por estar sometido a una carga por aplastamiento (29).

- **Resistencia a la flexión:** NTP 339.078. Sucede cuando un material llega a su esfuerzo máximo al estar sometido a fuerzas aplicadas perpendicularmente en su eje longitudinal (30).
- **Resistencia a la tracción:** NTP 236 30-399.615 Se denomina a la tensión máxima como el esfuerzo de un material antes de romperse cuando se le está estirando. La resistencia no está sujeta del tamaño de la muestra, pero si está sujeta de la forma de preparación, la superficie de contacto para la prueba y la temperatura del material y lugar del ensayo (31).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación.

Cuando se investiga es con la finalidad de entender, conocer, analizar o descubrir un nuevo conocimiento mediante un proceso en el cual se estudia la problemática, y dependiendo de esta se aplica el tipo de investigación.

El estudio se desarrolló con el tipo de investigación **APLICADA** porque se hizo uso del conocimiento en ingeniería definidos para la elaboración de mortero de cal con la adición de mucilago de nopal, posterior a ello se orientó en la resolución de la problemática que se fundamenta en la evaluación de las propiedades físico-mecánicas del mortero a estudiarse, como complementación se realizó ensayos con sustento científico para probar la eficiencia del mortero. (32)

Diseño de investigación.

Se vio por conveniente emplear el diseño **CUASI EXPERIMENTAL**, debido que las unidades de análisis no fueron seleccionadas al azar, sino que se tomaron todas las muestras elaboradas para la investigación, es decir la muestra fue modelada durante la formulación del proyecto. (33)

Nivel de investigación.

El nivel que se empleará en la investigación fue **EXPLICATIVA**, en razón que se expone la influencia del mucilago de nopal en el mortero de cal mediante los ensayos de compresión y flexión.

Enfoque de investigación.

Es **CUANTITATIVA** porque la investigación utilizó el análisis estadístico de los datos numéricos obtenidos de los ensayos realizados a las muestras con la finalidad de probar la hipótesis. (34)

3.2. Variables y operacionalización

Para esta investigación se empleó 2 variables, **variable independiente**, esta variable no está subordinada a otras, por el contrario de ella si están sujetas otras variables; y la **variable dependiente**, ella está supeditada de la variable independiente.

Variable independiente: Mucílago de nopal (Opuntia ficus-indica)

Definición conceptual: El mucílago es una sustancia viscosa que se encuentra en las células de la clorénquima y parénquima del cactus y que cumple la función de retención de agua. (35)

Definición operacional: el mucilago de nopal tiene la propiedad de conservar agua por lo que su adición al mortero de cal modificará las propiedades físico- mecánicas del mortero de cal.

Variable dependiente: Propiedades físicas-mecánicas del mortero de cal.

Definición conceptual: Todo mortero presenta propiedades físico-mecánicas, estas pueden determinarse en estado fresco y endurecido, mediante pruebas y ensayos según los datos que se desean obtener. (36)

Definición operacional: Las propiedades físicas- mecánicas del mortero de cal se estima en relación a la eficiencia reflejada y en concordancia a la resistencia esperada en probetas, especímenes, pilas y muretes.

En la sección de Anexos se puede observar la matriz de operacionalización.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

La población en una investigación es una agrupación de sujetos o elementos que presentan características parecidas entre ellos. (37)

En la investigación la población estuvo formada por las probetas, especímenes, pilas y muretes, elaborados con el mortero de cal (patrón) y mortero de cal con adición de mucilago de nopal, tanto en estado fresco (36 unidades) y en estado endurecido (96 unidades) en total de 132 unidades, los cuales fueron elaborados de acuerdo al diseño propuesto para el estudio y luego serán sometidos a las pruebas de compresión y flexión.

Muestra:

La muestra es el subconjunto o fracción de la población o universo, en la cual se desarrollará la investigación. Existen procedimientos para la determinación de la muestra. (38)

En la investigación la muestra fue similar a la población de estudio, ya que el diseño es Causi experimental, y se presenta a continuación:

Tabla 2

Muestra de la investigación en estado fresco

ENSAYOS					
Tipo de mortero	Código	Trabajabilidad	Contenido de aire	Peso unitario	Sub-Total
Patrón	P	3	3	3	9
	A	3	3	3	9
Modificado	B	3	3	3	9
	C	3	3	3	9
Total de muestras					36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3*Muestra de la investigación en estado endurecido*

Tipo de mortero	Código	ENSAYOS								TOTAL
		RESISTENCIA A LA COMPRESION					RESISTENCIA A LA FLEXION			
		PROBETAS CUBICAS			PILAS	MURETES	ESPECIMENES			
		14 días	21 días	28 días	AXIAL	DIAGONAL	28 días	14 días	21 días	
Mortero patrón	P	3	3	3	3	3	3	3	3	24
	A	3	3	3	3	3	3	3	3	24
Mortero modificado	B	3	3	3	3	3	3	3	3	24
	C	3	3	3	3	3	3	3	3	24
Total de muestras										96

Fuente: Elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de investigación:

La técnica que se empleó en el estudio, fue la **observación**, debido que el autor observó las propiedades físico-mecánicas del mortero y las reportó en los formatos de registro elaboradas, de igual manera observó los resultados de los ensayos realizados a las muestras del estudio. Sabino (39) menciona que la técnica de observación es fundamental para las diferentes zonas de la ciencia, y radica que debemos dirigir nuestros sentidos a la exegesis de la existencia que se está aprendiendo, como sabemos podemos percibir todo alrededor a través de los sentidos.

La técnica de la observación directa es detallada por lo que es utilizada con frecuencia en los estudios con enfoques cuantitativos. Esta técnica se basa en la recolección de datos con la finalidad que el investigador distinga y observe los datos para ejecutar actuación sobre estos. (40)

Instrumento de recolección de datos.

Es el medio en el cual el investigador puede recopilar la información de campo, mediante fichas de registro o formatos de acuerdo a la investigación, validados por especialistas en el tema.

En la investigación se utilizaron como instrumentos de recolección: **formatos de registro**, en los cuales se registró los datos obtenidos de los ensayos realizados a las muestras de los morteros en estado fresco y endurecido, y posterior a ellos fueron analizados y procesados con su interpretación. (41)

Validez:

Hernández, Fernández y Baptista (42), refieren que el instrumento debe medir la variable estudiada y por ende presenta un nivel de validez.

En el estudio se ha considerado que el formato de registro será validado por tres (3) profesionales especialistas en el tema, estos profesionales se basarán en su experiencia, reglamentos y normativa que enmarcan los ensayos que se realizarán en el estudio: NTP 339.04, NTP 339.036, NTP 339.078, NTP 400.012, NTP 334.051, NTP 334.057, ASTM C 952 y E.070.

Confiabilidad:

Hernández, Fernández y Baptista alegan que la confiabilidad es el nivel con que un instrumento ofrece resultados consecuentes y establecidos. (42)

Además, se entiende por confiabilidad o que el instrumento es confiable cuando se utiliza repetidas veces y se obtienen los mismos resultados.

En esta investigación, el formato de registro muestra la confiabilidad para que los datos sean fidedignos, de igual manera los equipos para los ensayos cuentan con la certificación de calibración correspondiente, y así se cumplió con la confiabilidad de los equipos y los resultados que se obtuvieron de los ensayos.

3.5. Procedimientos

Existieron diversos procedimientos en la investigación, para la obtención de los insumos, recolección de datos, ensayos, cálculos, interpretación, etc.

3.5.1. Obtención de insumos:

A) Agregados:

Para esta investigación se hizo uso de una cantera de la provincia de Huamanga- Ayacucho denominada Chillico. Se tomó una muestra de aproximadamente 60kg de arena gruesa y fue llevada al laboratorio para los análisis granulométricos.

- **Ensayo de granulometría**

Basados en la NTP 400.12, en el laboratorio con el apoyo del personal técnico se procedió al análisis de la muestra:

- En un espacio limpio se vació la arena recolectada en cantera y se procede al cuarteo, una muestra es llevada al horno a 110° (debidamente pesada)
- La muestra es retirada del horno aproximadamente a las 24 horas, luego que enfrió, la muestra es lavada repetidas veces y llevada al horno nuevamente para que seque.
- Cuando la muestra estuvo seca se procedió con el tamizado de manera manual, en cada tamiz se realizó el pesaje del agregado retenido en la malla correspondiente.
- Con los datos obtenidos se pudo realizar la curva granulométrica, la cual se muestra en el anexo N° 7

- **Peso Unitario**

Con el empleo de la NTP 400.017, se obtuvo el peso unitario suelto y peso unitario compactado del agregado fino (arena gruesa):

- La arena fue secada en el horno, se toma una muestra y se colocó en un recipiente hasta el borde, con el apoyo de la varilla se enrazó correctamente.
- Este recipiente con el contenido es pesado en la balanza y el dato fue registrado como el *peso unitario suelto*.
- Para obtener el *peso unitario compacto*, en el recipiente se llenó hasta 1/3 de su contenido y con la varilla se dio 25 golpes y con un mazo de goma por la cara externa se golpeó 15 veces, este proceso se repitió por 3 veces hasta llenar el recipiente.
- Para finalizar con la varilla se enrazó y se pesó en la balanza el recipiente con el contenido y se registró el dato.

- **Peso específico y absorción del agregado fino**

Según la NTP 400.022, se procedió a realizar el ensayo a la arena gruesa:

- Mediante el cuarteo se obtuvo una muestra, se pesó y fue llevado al horno a 110° por un lapso aproximado de 24 horas.
- Pasado el tiempo se retiró del horno y se dejó enfriar, luego fue pesado y registrado el dato obtenido.
- La muestra fue colocada en agua por un periodo de 24 horas, pasado el tiempo se destiló el agua con mucho cuidado de no perder los finos que son parte de la muestra, se dejó secar de forma extendida en una superficie plana.
- En el molde cónico se llenó la arena gruesa, apisonando sin ejercer fuerza excesiva, de esta manera se corroboró la humedad superficial.
- En la probeta graduada se colocó agua hasta la mitad y luego se adicionó una porción de la arena gruesa hasta llenar la probeta graduada y se deja reposar por 24 horas, luego se vació el contenido en un recipiente y se llevó al horno a 110°.
- Cuando fue retirada del horno se pesó y con los datos recolectados se aplicaron los cálculos correspondientes y se obtuvo el peso específico y la absorción.

B) Cal:

La cal utilizada fue la cal aérea – cálcica debidamente apagada, se vio por conveniente trabajar con la cal de marca HADES en su presentación de una bolsa de 20kg

C) Penca de nopal:

Las pencas de nopal fueron recolectadas en la provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, ubicada en la zona sierra a 2900m.s.n.m, fue de libre acceso, se procedió a cortar la cantidad necesaria.

D) Agua:

Este insumo fue adquirido del grifo del laboratorio, es decir agua potable, ya que presenta las características adecuadas para la elaboración del mortero de cal.

3.5.2. Preparación del mortero

El mortero que se preparó fue en proporción 1:2, con 20% de agua según el peso de la cal más la arena gruesa, se adicionó el mucilago en cantidades de 5, 10 y 15%, se obtuvieron muestras patrón y muestras con adiciones de mucilago. Este procedimiento se llevó a cabo en el laboratorio de mecánica de suelos. Se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 4

Dosificación del mortero patrón y mortero con adiciones de mucílago de nopal

Tipo de mortero	CANTIDADES EN KG Y LITROS				
	Código	CAL	ARENA GRUESA	AGUA	MUCILAGO
Patrón	P	1,954.5 KG	4.65 KG	1.3 LT	-----
	A (5%)	1,954.5 KG	4.65 KG	1.3 LT	0.15 LT
Modificado	B (10%)	1,954.5 KG	4.65 KG	1.3 LT	0.30 LT
	C (15%)	1,954.5 KG	4.65 KG	1.3 LT	0.45 LT

Fuente: Elaboración propia

3.5.3. Elaboración de las muestras

Para evaluar las características físicas del mortero patrón y mortero con adiciones de mucilago de nopal, se contó aproximadamente con 40kg de cal marca Hades, 150 kg de arena gruesa, 40 litros de agua y 3 litros de mucilago de nopal, estas cantidades fue considerando el desperdicio de un 5%.

Para evaluar las características mecánicas se elaboraron 36 prismas de 50 x 50 x 50 mm, 36 especímenes de 40 x 40 x 160 mm, 12 pilas compuestas por 3 ladrillos y 12 muretes de 600 x 600 mm aproximadamente, todos ellos basados en las NTP.

Con la dosificación de la tabla 4 se elaboraron los morteros y se procedió a colocarlos en los moldes, de igual forma se construyeron las pilas y muretes. El fraguado de las muestras demoró entre 5 a 7 días en promedio, se procedió a desmoldar y esperar el tiempo para realizar los ensayos de compresión y flexión.

3.5.4. Ensayos de Compresión y Flexión

Los ensayos de compresión y flexión fueron realizados a los 14, 21 y 28 días, ya que el fraguado duró por 7 días, dependiendo del tipo de ensayo se utilizaron los prismas, especímenes, pilas y muretes.

3.5.5. Formato de registro

Los datos obtenidos realizados a la arena gruesa fueron registrados en el formato del propio laboratorio, ya estandarizado y validado previamente.

Los datos obtenidos de las propiedades físicas y mecánicas del mortero de cal con la adición de mucílago de nopal, fueron registradas en el formato de registro de elaboración propia.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos obtenidos por observación y llenado de formato de registro, han sido procesados ya que fueron recolectados con dicho fin. (43)

Se priorizó el uso de la metodología inductiva, porque con los datos recolectados en campo, se procesaron, analizaron, y con la interpretación de los resultados de los ensayos se elaboraron tablas comparativas, gráficos y todo en relación a la variable independiente con sus respectivas dimensiones, el investigador se apoyó en software para el análisis.

3.7. Aspectos éticos

Como en toda investigación nos basamos en investigaciones anteriores para redactar los antecedentes, fundamentos teóricos, definiciones o conceptos y para esto se hace referencia al autor y de esta manera se respeta el trabajo intelectual, promoviendo la ética entre los investigadores. Ahora bien, los resultados que se obtuvieron del estudio cuentan con la veracidad respectiva porque fueron recolectados de la zona en estudio y basados en la realidad actual.

3.8. Desarrollo de la investigación

3.8.1. Desarrollo del objetivo específico 1: para cumplir con este objetivo se realizaron las siguientes actividades:

- ***Recolección de la penca de nopal***, la cual fue recolectada en la provincia de Huamanga a una altitud de 2900m.s.n.m. Las pencas fueron cortadas y trasladadas para su utilización

Figura 2

Recolección de la penca de nopal



Fuente: Elaboración propia

- **Cortar en trozos**, se retiraron algunas espinas y limpiaron las pencas con agua potable, se procedió a cortarlas en trozos pequeños, de medidas de 5cm aproximadamente.

Figura 3

Cortar en trozos



Fuente: Elaboración propia

- **Remojo de los trozos de nopal**, los trozos ya cortados fueron colocados en 2 recipientes: un cilindro con recubrimiento para evitar la oxidación y un reservorio de plástico, se dejó reposar por un periodo de 18 días. Cabe indicar que la concentración con la cual se trabajó es 1:1, el volumen de trozos de nopal fue remojado en el mismo volumen de agua.

Figura 4

Remojo de los trozos de nopal



Fuente: Elaboración propia

-Obtención final del mucílago de nopal: después de transcurrido el tiempo de 18 días se procedió a colar el mucilago producto del remojo. Se realizó varios colados con la malla y así se obtuvo el mucilago de nopal propiamente dicho.

Figura 5

Obtención final del mucílago de nopal



Fuente: Elaboración propia

Con la obtención final del mucilago de nopal se logró cumplir con el desarrollo del objetivo específico 1.

3.8.2. Desarrollo del objetivo específico 2: en este ítem se llevó a cabo la evaluación de las propiedades físicas del mortero de cal con la adición

del mucilago de nopal, se realizaron los siguientes ensayos en el laboratorio y los datos obtenidos se registraron en el formato de registro:

- **Trabajabilidad:** para evaluar esta propiedad nos basamos en la NTP 339.035 mediante la medición del asentamiento del mortero por el método del Cono de Abrams.

Se realizó 3 ensayos al mortero patrón y 3 ensayos a cada dosificación del mortero con adición del mucilago de nopal.

Los datos fueron recopilados en el formato de registro para su posterior análisis.

El procedimiento llevado a cabo fue el siguiente:

- En el laboratorio se cuenta con el cono de Abrams, al cual se le humedece en la chapa base y el interior.
- Se fija el cono y con los pies ejercemos presión en las orejas para inmovilizar el cono hasta terminar el ensayo.
- Se llena el mortero hasta un tercio de la capacidad y se da 25 golpes con la varilla metálica en toda el área con mortero.
- Se llena la segunda capa y con la varilla se procedió a dar 25 golpes sin llegar a la primera capa.
- Finalmente se llena el último tercio faltante con un poco de exceso, con la varilla se procedió a los 25 golpes.
- Se enraza con la varilla al borde del cono.
- Se limpia el mortero que cayó en la base de la chapa.
- Se levantó el cono con cuidado evitando producir cualquier desplazamiento del mortero.
- Se colocó el cono al costado del mortero en forma invertida y con la varilla se toma un referente de altura proyectada.
- La medición es tomada desde la varilla hasta la torta de mortero.

Figura 6

Medición del asentamiento del mortero patrón y con adiciones de mucilago de nopal



Fuente: Elaboración propia

- **Contenido de aire:** se basa en la NTP 339.080, el ensayo se realizó en el mortero de cal patrón y mortero de cal con adiciones de mucilago de nopal.

El procedimiento fue el siguiente:

- En el recipiente (olla) se llena el mortero de cal aproximadamente un tercio de la capacidad, se golpea con la varilla 25 veces en toda el área y por la parte externa con el mazo de goma de 10 a 15 veces.
- Se repite el mismo procedimiento en la segunda y tercera capa.
- Luego de la tercera capa se enrasa con la placa.
- Se limpiaron los excesos y se procedió a cerrar la olla y ajustar la tapa de medidor de aire.
- Se cerró la válvula de purga de aire.
- Se procedió a través de una válvula a ingresar agua con la finalidad de que el aire atrapado sea empujado hacia la otra válvula y así llenar los espacios vacíos que queda entre el mortero y la tapa, se golpeó suavemente para evitar que el aire que quede atrapado en forma de burbujas.
- Se bombeó aire dentro de la cámara de aire de la tapa, y con esta acción la aguja se colocó en el punto de lectura inicial. Se esperó un tiempo prudente para que el aire comprimido se enfriara.
- Se cerraron las dos válvulas de paso en la tapa del medidor y se apertura la válvula principal de aire y se toma la lectura del manómetro.

- **Peso unitario:** basados en la NTP 339.046, se realizó el ensayo para determinar el peso unitario del mortero de cal patrón y mortero de cal con adiciones de mucilago de nopal.

El procedimiento fue el siguiente:

- Se pesa el contenedor cilíndrico.
- Se humedecen los materiales a usarse.
- El mortero de cal es vertido en 3 capas aproximadamente iguales, la primera capa ocupó un tercio del recipiente, con la varilla se dio 25 golpes en toda el área, la parte externa se golpea entre 10 a 15 veces con el mazo de goma.
- La segunda y tercera capa son un tercio del contenido aproximadamente, con la varilla se golpea 25 veces y se penetra un poco en la capa inferior, así mismo por la parte externa se golpea con el mazo de goma entre 10 a 15 veces, evitando así los espacios generados por la varilla.
- Se enrasa en la parte superior.
- Se limpia el exterior del recipiente y se procede a determinar el peso del mortero conjuntamente con el recipiente.
- Se descuenta el peso del recipiente y queda el peso unitario del mortero de cal patrón y mortero de cal con adición de mucílago de nopal.

Figura 7

Medición del peso unitario del mortero patrón y con adiciones de mucilago de nopal



Fuente: *Elaboración propia*

3.8.3. Desarrollo del objetivo específico 3: con el formato de registro se recolectó la información de los datos obtenidos de los ensayos realizados para la determinación de las propiedades mecánicas del mortero de cal con la adición del mucilago de nopal.

- **Resistencia a la compresión:** el ensayo está basado en la NTP 339.034, se realizó el siguiente procedimiento:

- Luego del curado, se procedió a realizar el ensayo de compresión a las muestras.
- Se verifican las medidas de las muestras, datos importantes que sirven para determinar la resistencia.
- Se coloca la muestra en la máquina de compresión, y se aplica la carga hasta que la muestra falle.
- Se registra el dato obtenido y se procede a efectuar el cálculo correspondiente.
- Se conto con 3 muestras para cada tipo de mortero, de las cuales se obtuvo un promedio.

Figura 8

Ensayo de Resistencia a la Compresión



Fuente: *Elaboración propia*

- **Resistencia a la flexión:** el ensayo está basado en la NTP 339.078, se realizó el siguiente procedimiento:

- Luego del curado, se procedió a realizar el ensayo de flexión a las muestras.
- Se verifican las medidas de las muestras, datos importantes que sirven para determinar la resistencia.
- Se coloca la muestra en la máquina, y se aplica la carga hasta que la muestra falle.
- Se registra el dato obtenido y se procede a efectuar el cálculo correspondiente.
- Se conto con 3 muestras para cada tipo de mortero, de las cuales se obtuvo un promedio.

Figura 9

Ensayo de Resistencia a la Flexión



Fuente: Elaboración propia

3.8.4. Desarrollo del objetivo específico 4: en este ítem se realizó la cuantificación de los gastos generados de la obtención, procesamiento y adición del mucilago de nopal al mortero de cal.

Se tiene los gastos generados por la producción de un mortero de cal patrón versus los gastos que se generan con la adición del mucilago de nopal.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultado 01: en cumplimiento del primer objetivo específico; Obtener el mucilago de nopal con el procedimiento adecuado, Ayacucho 2022. Se obtuvo el mucilago de nopal por el método del remojo con la proporción de 1:1, es decir la cantidad de agua en la que se realizó el remojo fue proporcional al volumen de los trozos de nopal.

El tiempo de remojo fue de 18 días, según los antecedentes revisados, el promedio fluctúa entre 14 a 25 días.

Se obtuvo un líquido de color verdoso claro, mediamente viscoso y con olor desagradable. La cantidad producida de nopal fue de 100 litros.

4.2. Resultado 02: en cumplimiento del segundo objetivo específico; Determinar cómo contribuye la adición de mucilago de nopal en las propiedades físicas del mortero de cal, Ayacucho 2022. Se evaluaron las propiedades físicas del mortero de cal con adición del mucilago de nopal.

Tabla 5

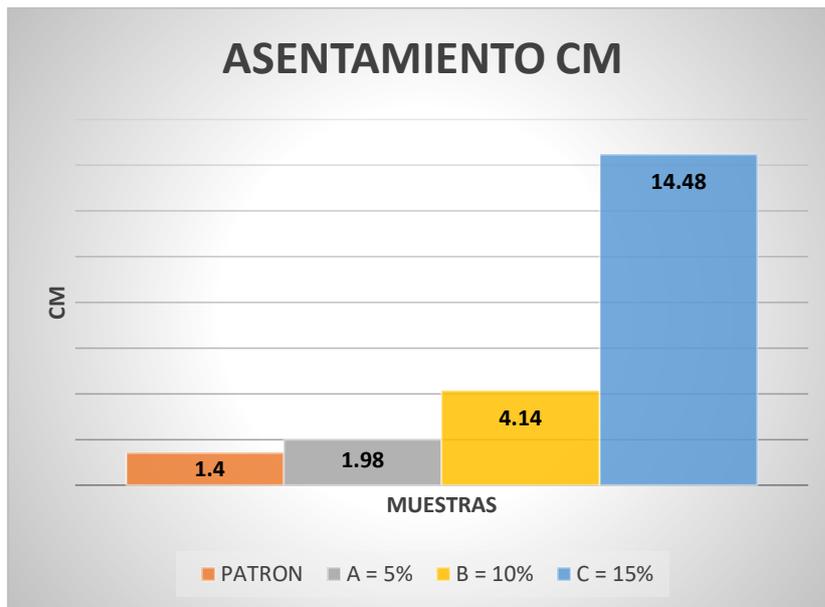
Promedio del Asentamiento en mortero de cal y mortero de cal con adiciones de mucilago de nopal

MUESTRAS	ASENTAMIENTO EN CM					PROMEDIO
	1	2	3	4	5	
PATRON	1.00	1.80	1.30	1.40	1.50	1.4
A	1.50	2.40	2.60	2.00	1.40	1.98
B	4.40	4.60	4.00	3.50	4.20	4.14
C	15.30	14.10	14.60	13.60	14.80	14.48

Fuente: Elaboración propia

Figura 10

Promedio del Asentamiento en mortero fresco



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Las muestras descritas corresponden a una (1) muestra patrón y tres (3) con adiciones de mucilago en diferentes porcentajes, se observa que el mortero patrón presenta un asentamiento promedio mínimo de 1.4cm y que cuanto más mucilago el tamaño del asentamiento se incrementa, en el caso de la muestra TIPO C, llega a 15.30 cm y en promedio a 14.48 cm estando fuera de los límites si tomamos en cuenta la NTP 339.035 que refiere que debe estar en 3 a 4”.

El mortero patrón y los morteros con adición de mucílago de nopal presentan buena trabajabilidad, en el caso del mortero con adición del 15% de mucílago su estado fue muy líquido dificultando un poco la trabajabilidad.

Tabla 6

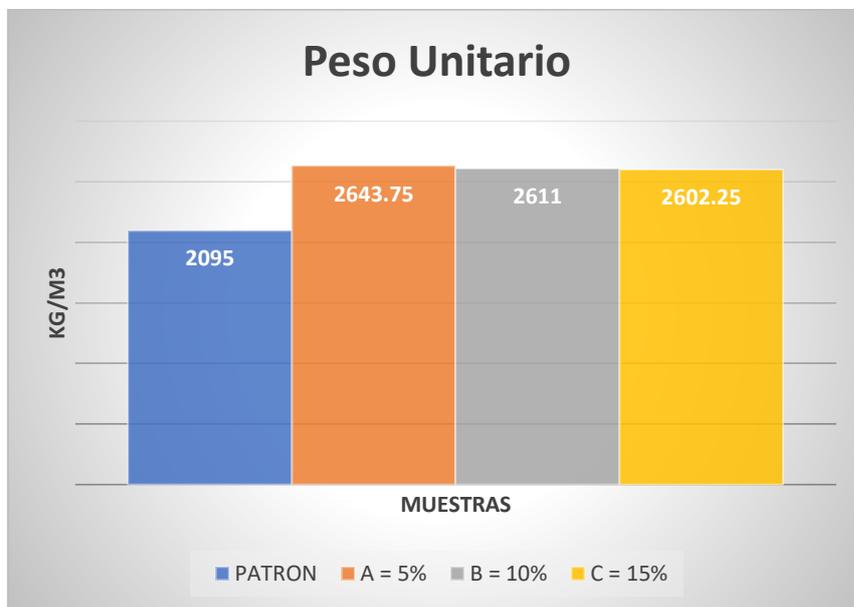
Promedio del Peso Unitario en mortero de cal y mortero de cal con adiciones de mucilago de nopal

PESO UNITARIO DEL MORTERO DE CAL					
MUESTRAS	1	2	3	4	Peso unitario promedio
PATRON	2097	2102	2094	2087	2095
A	2630	2649	2645	2651	2643.75
B	2605	2609	2612	2618	2611
C	2601	2598	2607	2603	2602.25

Fuente: Elaboración propia

Figura 11

Promedio del Peso Unitario en mortero fresco



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se observa que el peso unitario aumentó considerablemente con la adición del mucilago de nopal, con 5% llegó a 2602.25 kg/m³, con 10% alcanzó 2611 kg/m³ y con 15% llegó a 2643.75 kg/m³. Se puede notar que el peso unitario es inversamente proporcional al incremento de mucilago de nopal, es decir a mayor nopal disminuye el peso unitario.

Tabla 7

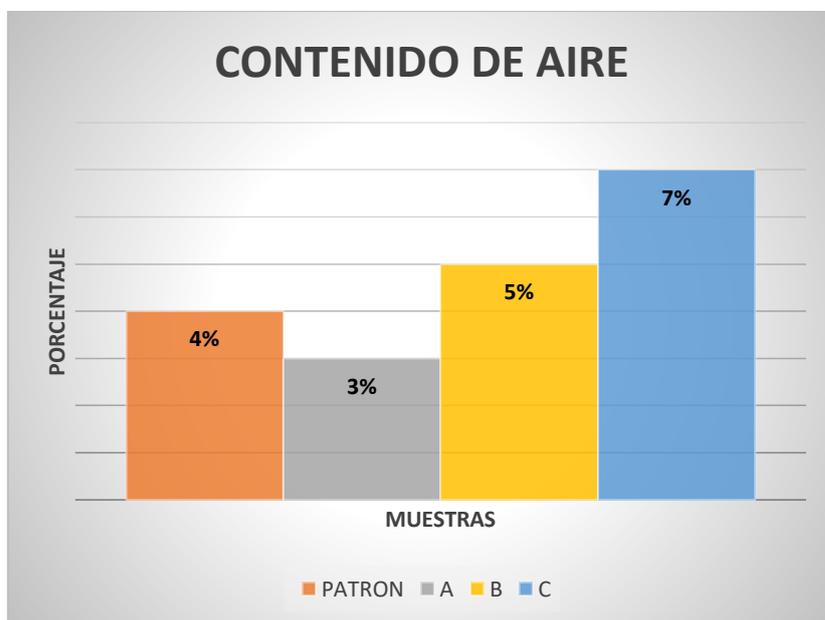
Promedio del Contenido de aire en mortero de cal y mortero de cal con adiciones de mucilago de nopal

CONTENIDO DE AIRE						
MUESTRAS	1	2	3	4	5	PROMEDIO
PATRON	5%	4%	4%	3%	5%	4%
A	3%	3%	4%	4%	3%	3%
B	5%	4%	6%	4%	5%	5%
C	6%	6%	7%	8%	8%	7%

Fuente: Elaboración propia

Figura 12

Promedio del Contenido de Aire en mortero fresco



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El mortero patrón presenta un contenido de aire promedio de 4%, y los morteros con adición del mucilago de nopal presentan aumento directamente proporcional a aumento de mucilago de nopal, presentándose un porcentaje de 7% en el mortero con adición de 15% de mucilago de nopal.

4.3. Resultado 03: en cumplimiento del tercer objetivo específico: Determinar cómo contribuye la adición de mucílago de nopal en las propiedades mecánicas del mortero de cal, Ayacucho 2022, para cumplir con este objetivo se evaluaron las propiedades mecánicas del mortero de cal con adición del mucílago de nopal.

Tabla 8

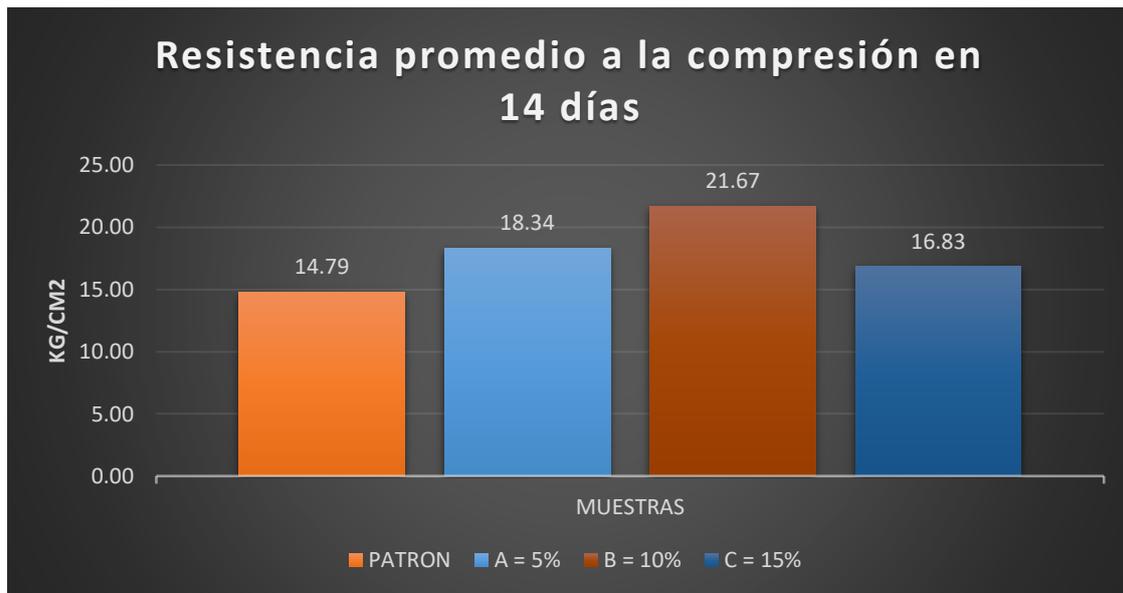
Resultados de los ensayos a compresión en cubos prismáticos a los 14 días de curado.

CODIGO	DIMENSIONES - CM			TIPO DE FALLA	CARGA KG	RESISTENCIA KG/CM2	RESISTENCIA PROMEDIO
	L	A	AREA				
P1	5.1	5	25.5	CORTE	373.45	14.65	
P2	4.9	5	24.5	CORTE	368.79	15.05	14.79
P3	5	5	25	CORTE	366.57	14.66	
A1	5	5	25	CORTE	456.12	18.24	
A2	5	4.9	24.5	CORTE	450.08	18.37	18.34
A3	4.9	5	24.5	CORTE	451.02	18.41	
B1	5	5	25	CORTE	540.22	21.61	
B2	5	5	25	CORTE	539.88	21.60	21.67
B3	4.8	5	24	CORTE	523.4	21.81	
C1	5	5	25	CORTE	415.62	16.62	
C2	5	5	25	CORTE	420.34	16.81	16.83
C3	5	4.9	24.5	CORTE	417.81	17.05	

Fuente: Elaboración propia

Figura 13

Promedio de la Resistencia a la compresión en 14 días en mortero curado



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se observa que el mortero patrón presenta una resistencia promedio a la compresión de 14.79 kg/cm², los morteros con adición de mucílago de nopal al 5%, 10% y 15% presentan resistencias promedias de 18.34, 21.67 y 16.83 kg/cm² respectivamente, y estas resistencias son mayores en comparación con el mortero patrón.

Entre los morteros de cal con adición de mucílago de nopal se puede evidenciar que con porcentaje de 5 y 10% se un aumento en la resistencia a la compresión, y con 15% en comparación a los dos anteriores existe una disminución en la resistencia.

Tabla 9

Resultados de los ensayos a compresión en cubos prismáticos a los 21 días de curado.

CODIGO	DIMENSIONES - CM			TIPO DE FALLA	CARGA KG	RESISTENCIA KG/CM2	RESISTENCIA PROMEDIO
	L	A	AREA				
P4	5.1	4.8	24.48	CORTE	380.45	15.54	
P5	5	5	25	CORTE	380.56	15.22	15.34
P6	5	5	25	CORTE	381.33	15.25	
A4	5	5	25	CORTE	462.31	18.49	
A5	5	5	25	CORTE	470.34	18.81	19.17
A6	5	4.8	24	CORTE	485.16	20.22	
B4	5	5	25	CORTE	536.75	21.47	
B5	5	4.9	24.5	CORTE	548.72	22.40	21.98
B6	5	5	25	CORTE	551.83	22.07	
C4	4.9	5	24.5	CORTE	420.34	17.16	
C5	5	5	25	CORTE	421.46	16.86	17.04
C6	5	5	25	CORTE	427.61	17.10	

Fuente: Elaboración propia

Figura 14

Promedio de la Resistencia a la compresión en 21 días en mortero curado



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se observa que el mortero de cal patrón presenta resistencia promedio a la compresión de 15.34 kg/cm² y los morteros de cal con adición de mucílago de nopal al 5, 10 y 15% presentan resistencias de 19.17, 21.98 y 17.04 kg/cm² respectivamente.

A la vez se puede evidenciar que los mucilagos de cal con adición de mucílago de nopal presentan mayor resistencia a la compresión en relación al mortero patrón

Tabla 10

Resultados de los ensayos a compresión en cubos prismáticos a los 28 días de curado.

CODIGO	DIMENSIONES - CM			TIPO DE FALLA	CARGA KG	RESISTENCIA KG/CM2	RESISTENCIA PROMEDIO KG/CM2
	L	A	AREA				
P7	5	4.9	24.5	CORTE	420.56	17.17	
P8	4.9	5	24.5	CORTE	436.79	17.83	17.41
P9	5	5	25	CORTE	431.04	17.24	
A7	4.9	5	24.5	CORTE	512.73	20.93	
A8	5	4.9	24.5	CORTE	528.19	21.56	21.04
A9	5	5	25	CORTE	516.06	20.64	
B7	5	5	25	CORTE	624.55	24.98	
B8	5	5	25	CORTE	648.16	25.93	25.59
B9	4.9	5	24.5	CORTE	633.82	25.87	
C7	5	5	25	CORTE	657.68	26.31	
C8	4.9	5	24.5	CORTE	698.34	28.50	27.45
C9	5	5	25	CORTE	688.39	27.54	

Fuente: Elaboración propia

Figura 15

Promedio de la Resistencia a la compresión en 28 días en mortero curado



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se observa que el mortero de cal patrón presenta resistencia promedio a la compresión de 17.41 kg/cm² y los morteros de cal con adición de mucílago de nopal al 5, 10 y 15% presentan resistencias de 21.04, 25.59 y 27,45 kg/cm² respectivamente.

A los 28 días se pudo observar que el mortero de cal con adición de mucilago de nopal al 15% presentó una mayor resistencia a la compresión en comparación a los otros morteros.

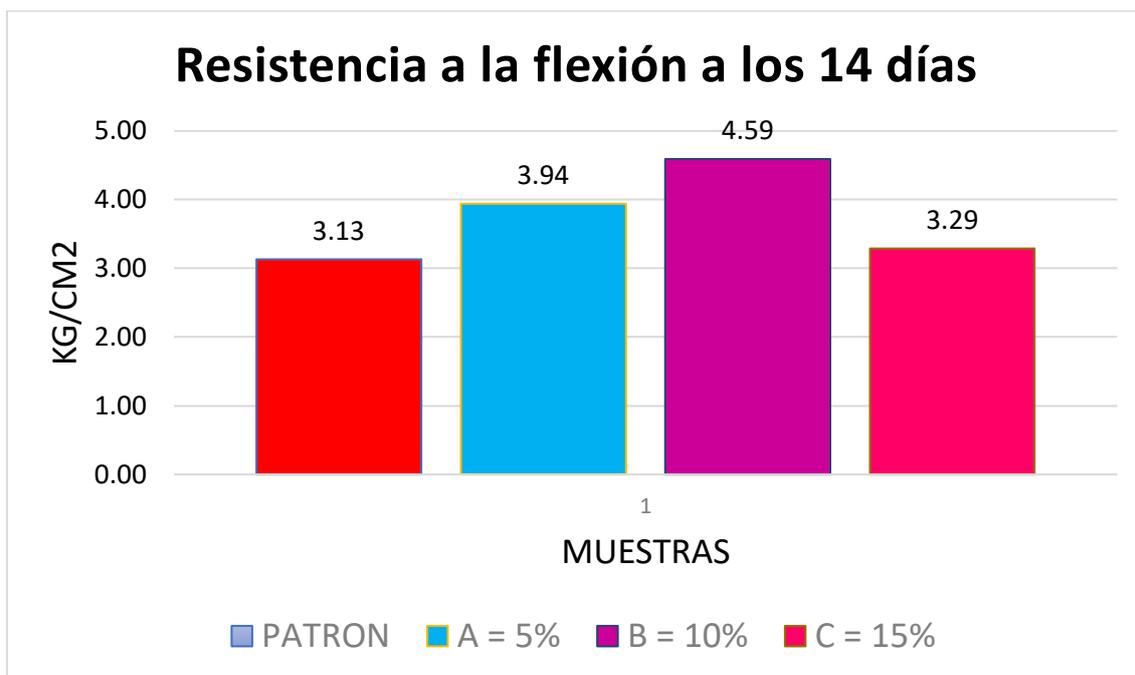
Tabla 11*Resultados de los ensayos a flexión en especímenes a los 14 días de curado.*

CODIGO	DIMENSIONES - CM			TIPO DE FALLA	AREA BRUTA CM	CARGA KG	RESISTENCIA KG/CM2	RESISTENCIA PROMEDIO KG/CM2
	L	A	H					
P1	15.8	4	4	TERCIO CENTRAL	63.2	199.08	3.15	
P2	15.9	4	4	TERCIO CENTRAL	63.6	197.42	3.10	3.13
P3	15.8	4	4	TERCIO CENTRAL	63.2	198.56	3.14	
A1	15.9	4	4	TERCIO CENTRAL	63.6	256.308	4.03	
A2	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64	239.36	3.74	3.94
A3	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64	259.84	4.06	
B1	15.8	4	4	TERCIO CENTRAL	63.2	286.928	4.54	
B2	15.9	4	4	TERCIO CENTRAL	63.6	297.648	4.68	4.59
B3	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64	291.84	4.56	
C1	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64	208.64	3.26	
C2	15.9	4	4	TERCIO CENTRAL	63.6	226.416	3.56	3.29
C3	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64	195.2	3.05	

Fuente: Elaboración propia

Figura 16

Promedio de la Resistencia a la flexión en 14 días en mortero curado



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se observa que el mortero de cal patrón presenta resistencia promedio a la flexión de 3.13 kg/cm² y los morteros de cal con adición de mucílago de nopal al 5, 10 y 15% presentan resistencias de 3.94, 4.59 y 3.29 kg/cm² respectivamente.

Se evidencia que los morteros de cal con adición de mucílago de nopal presentan mayor resistencia a la flexión en relación al mortero de cal patrón o convencional.

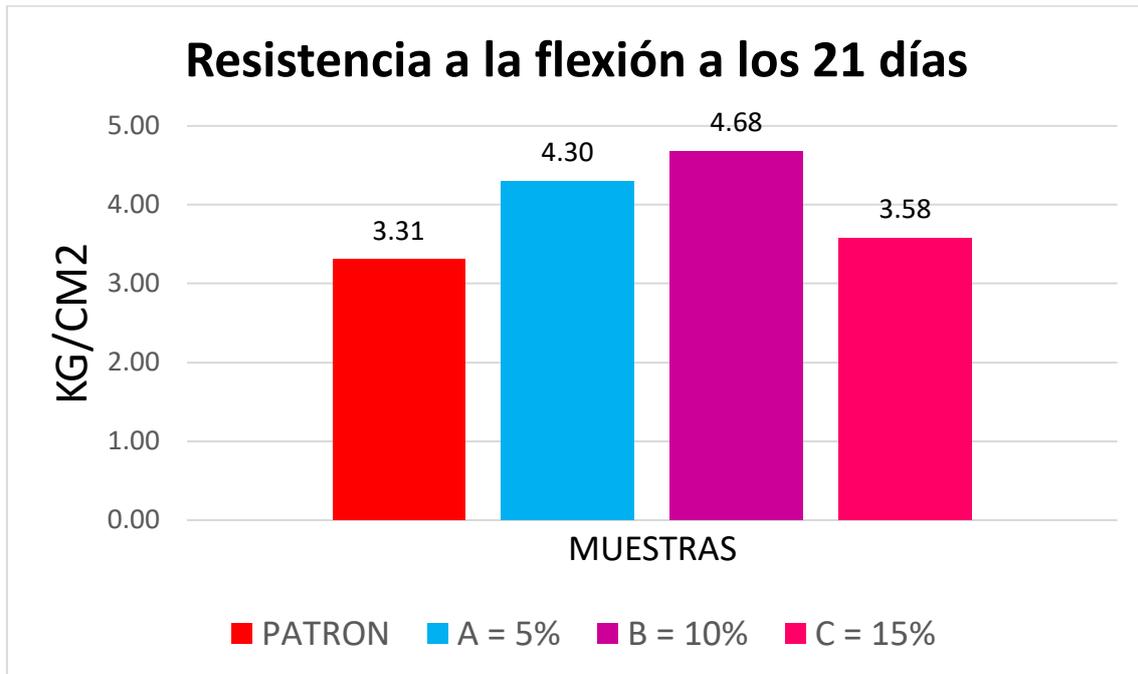
Tabla 12*Resultados de los ensayos a flexión en especímenes a los 21 días de curado.*

CODIGO	DIMENSIONES - CM			TIPO DE FALLA	AREA BRUTA CM	CARGA KG	RESISTENCIA KG/CM2	RESISTENCIA PROMEDIO
	L	A	H					
P4	15.8	4	4	TERCIO CENTRAL	63.2	203.56	3.22	
P5	15.7	4	4	TERCIO CENTRAL	62.8	231.732	3.69	3.31
P6	15.8	4	4	TERCIO CENTRAL	63.2	190.232	3.01	
A4	15.8	4	4	TERCIO CENTRAL	63.2	267.336	4.23	
A5	15.9	4	4	TERCIO CENTRAL	63.6	293.832	4.62	4.30
A6	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64	258.56	4.04	
B4	15.9	4	4	TERCIO CENTRAL	63.6	296.376	4.66	
B5	15.8	4	4	TERCIO CENTRAL	63.2	302.096	4.78	4.68
B6	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64	293.76	4.59	
C4	15.9	4	4	TERCIO CENTRAL	63.6	237.864	3.74	
C5	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64	248.96	3.89	3.58
C6	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64	199.04	3.11	

Fuente: Elaboración propia

Figura 17

Promedio de la Resistencia a la flexión en 21 días en mortero curado



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se observa que el mortero de cal patrón presenta resistencia promedio a la flexión de 3.31 kg/cm² y los morteros de cal con adición de mucílago de nopal al 5, 10 y 15% presentan resistencias de 4.30, 4.68 y 3.58 kg/cm² respectivamente.

Se evidencia que los morteros de cal con adición de mucilago de nopal presentan mayor resistencia a la flexión en relación al mortero de cal patrón o convencional.

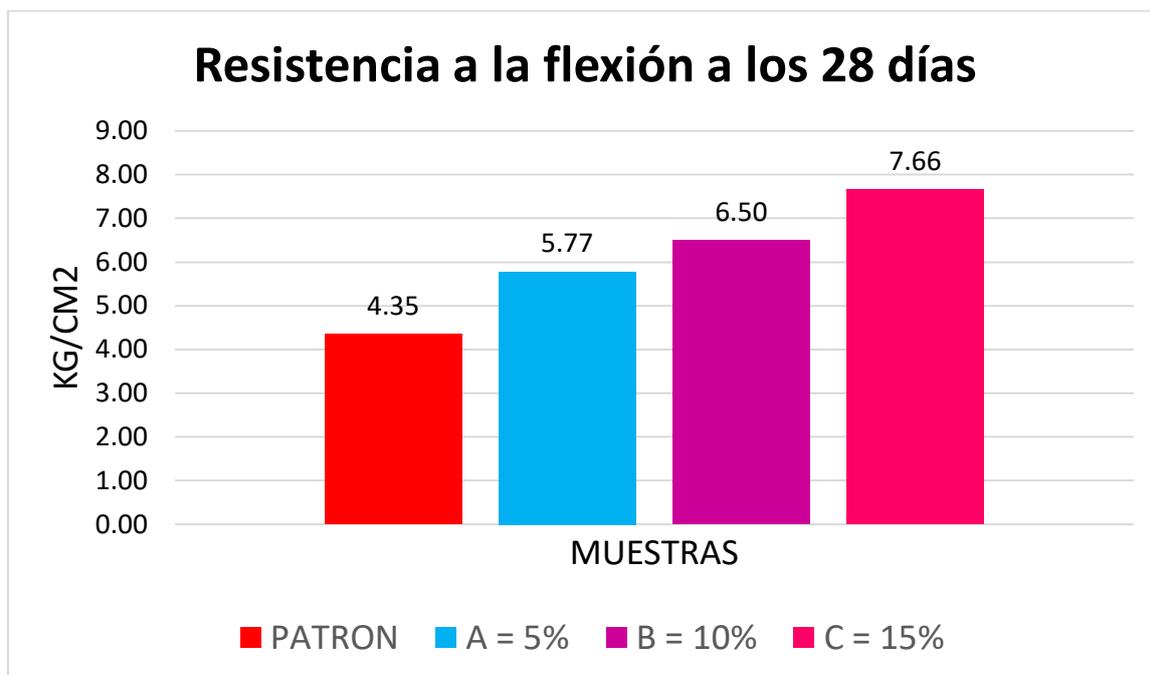
Tabla 13*Resultados de los ensayos a flexión en especímenes a los 28 días de curado.*

CODIGO	DIMENSIONES - CM			TIPO DE FALLA	AREA BRUTA CM	CARGA KG	RESISTENCIA KG/CM2	RESISTENCIA PROMEDIO
	L	A	H					
P7	15.8	4	4	TERCIO CENTRAL	63.2	259.752	4.11	
P8	15.8	4	4	TERCIO CENTRAL	63.2	285.032	4.51	4.35
P9	15.8	4	4	TERCIO CENTRAL	63.2	280.608	4.44	
A7	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64	361.6	5.65	
A8	15.9	4	4	TERCIO CENTRAL	63.6	367.608	5.78	5.77
A9	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64	376.96	5.89	
B7	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64	403.2	6.30	
B8	15.8	4	4	TERCIO CENTRAL	63.2	389.312	6.16	6.50
B9	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64	449.92	7.03	
C7	15.9	4	4	TERCIO CENTRAL	63.6	480.816	7.56	
C8	15.9	4	4	TERCIO CENTRAL	63.6	457.284	7.19	7.66
C9	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64	526.72	8.23	

Fuente: Elaboración propia

Figura 18

Promedio de la Resistencia a la flexión en 28 días en mortero curado



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se observa que el mortero de cal patrón presenta resistencia promedio a la flexión de 4.35 kg/cm² y los morteros de cal con adición de mucílago de nopal al 5, 10 y 15% presentan resistencias de 5.77, 6.50 y 7.66 kg/cm² respectivamente.

Se evidencia que los morteros de cal con adición de mucílago de nopal presentan mayor resistencia a la flexión en relación al mortero de cal patrón o convencional y el porcentaje de adición de 15% de mucílago de nopal presenta una mayor resistencia a la flexión.

Tabla 14

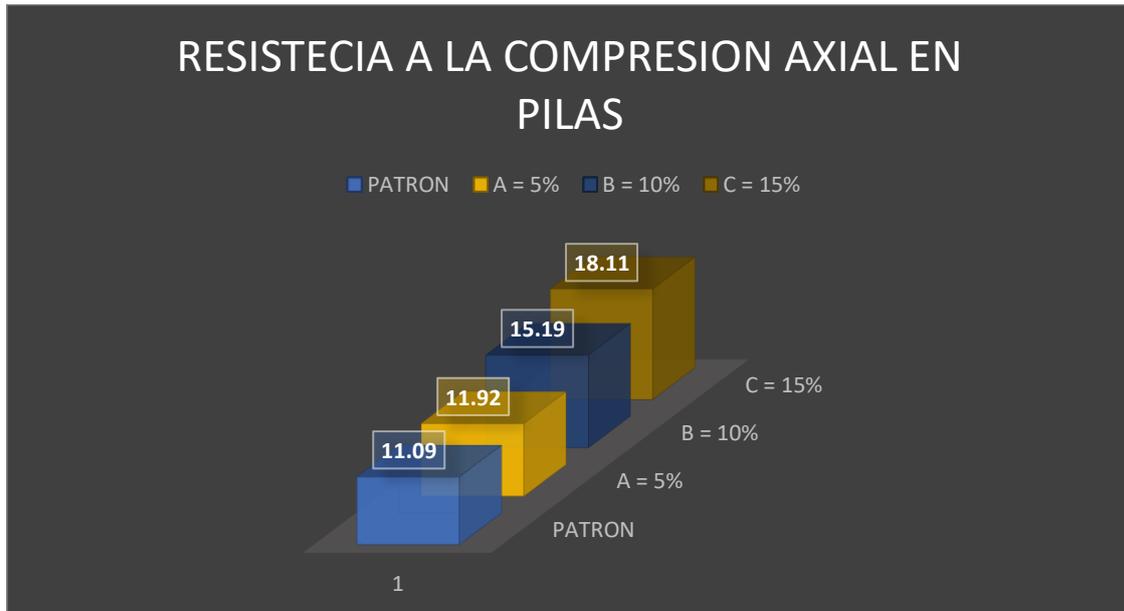
Resultados de los ensayos de compresión axial en pilas a los 28 días de curado.

MUESTRAS	EDAD	DIMENSIONES - CM			AREA BRUTA CM2	CARGA KG	RESISTENCIA KG/CM2	RESISTENCIA PROMEDIO
		L	A	H				
		24.3	13.1	29	318.33	3528	11.08	
PATRON	28 días	24.5	13.2	28	323.4	3522	10.89	11.09
		24.2	13.2	27.5	319.44	3612	11.31	
		24.6	13.3	30.3	327.18	3857	11.79	
A = 5%	28 días	24.2	13.1	29.5	317.02	3903	12.31	11.92
		24.3	13.4	30.5	325.62	3794	11.65	
		24.2	13.2	31	319.44	4893	15.32	
B = 10%	28 días	24.2	13.3	30.8	321.86	4984	15.48	15.19
		24.4	13.4	31	326.96	4827	14.76	
		24.3	13.5	30.6	328.05	5899	17.98	
C = 15%	28 días	24.4	13.2	29.4	322.08	5856	18.18	18.11
		24.2	13.4	29.7	324.28	5891	18.17	

Fuente: Elaboración propia

Figura 19

Promedio de la Resistencia a la compresión axial en pilas a los 28 días en mortero curado



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se observa que el mortero de cal patrón presenta resistencia promedio a la compresión axial en pilas de 11.09 kg/cm² y los morteros de cal con adición de mucílago de nopal al 5, 10 y 15% presentan resistencias de 11.92, 15.19 y 18.11 kg/cm² respectivamente.

Se evidencia que los morteros de cal con adición de mucílago de nopal presentan mayor resistencia a la compresión axial en relación al mortero de cal patrón o convencional y el porcentaje de adición de 15% de mucílago de nopal presenta una mayor resistencia a la compresión axial.

Tabla 15

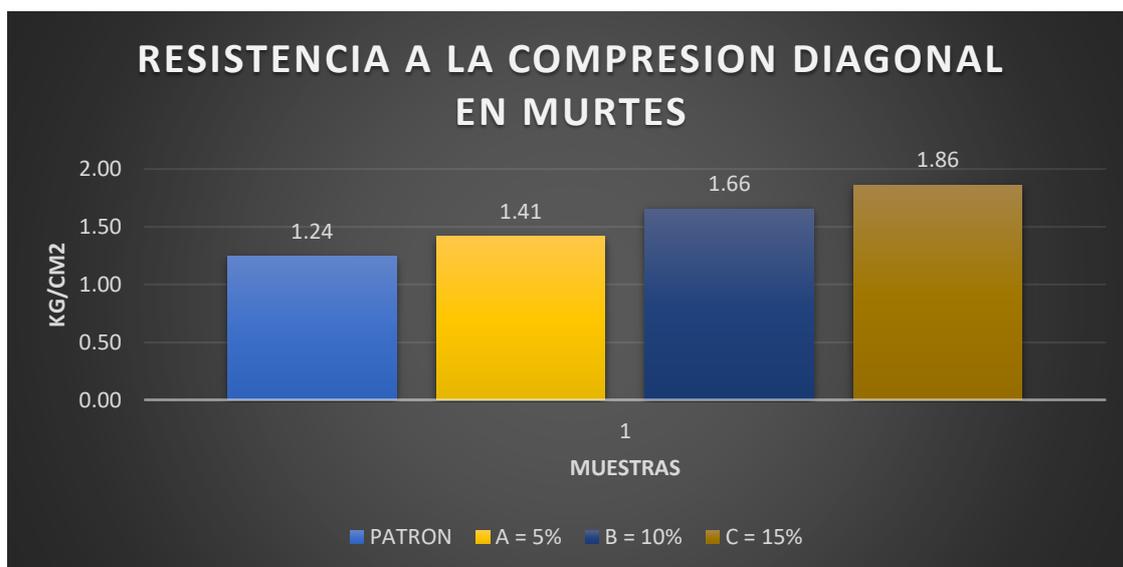
Resultados de los ensayos de compresión diagonal en muretes a los 28 días de curado.

MUESTRAS	EDAD	DIMENSIONES - CM			Area bruta cm ²	Carga kg	V'm kg/Cm ²	V'm Prom.	Tipo de falla
		L	A	H					
		65.3	62.2	13.4	833.48	1000.18	1.20		
PATRON	28 días	64.8	62.5	13.5	843.75	1102.56	1.31	1.24	Falla por tensión diagonal en bloques y juntas
		63.2	61.8	13.1	809.58	985.67	1.22		
		63.7	63	13.5	850.5	1123.82	1.32		
A = 5%	28 días	64.8	62.5	13.2	825	1209.34	1.47	1.41	Falla por tensión diagonal en bloques y juntas
		65	61.4	13.2	810.48	1178.54	1.45		
		63.5	63.2	13.4	846.88	1367.28	1.61		
B = 10%	28 días	63.8	62.7	13.6	852.72	1338.51	1.57	1.66	Falla por tensión diagonal en bloques y juntas
		63.4	61.9	13.2	817.08	1456.23	1.78		
		65.8	63.1	13.4	845.54	1556.83	1.84		
C = 15%	28 días	65.6	62.6	13.3	832.58	1539.58	1.85	1.86	Falla por tensión diagonal en bloques y juntas
		65.3	62.3	13.4	834.82	1578.51	1.89		

Fuente: Elaboración propia

Figura 20

Promedio de la Resistencia a la compresión diagonal en muretes a los 28 días en mortero curado



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se observa que el mortero de cal patrón presenta resistencia promedio a la compresión diagonal en murete de 1.24 kg/cm² y los morteros de cal con adición de mucílago de nopal al 5, 10 y 15% presentan resistencias de 1.41, 1.66 y 1.86 kg/cm² respectivamente.

Se evidencia que los morteros de cal con adición de mucílago de nopal presentan mayor resistencia a la compresión diagonal en relación al mortero de cal patrón o convencional y el porcentaje de adición de 15% de mucílago de nopal presenta una mayor resistencia a la compresión diagonal.

4.4. Cuarto objetivo específico: en cumplimiento del cuarto objetivo específico: Determinar la incidencia de costos de producción en el mortero de cal con la adición del mucílago de nopal. Ayacucho 2022. Se cuantificaron los costos de los insumos para la producción del mortero de cal patrón o convencional y para los morteros con adición de mucílago de nopal.

Tabla 16

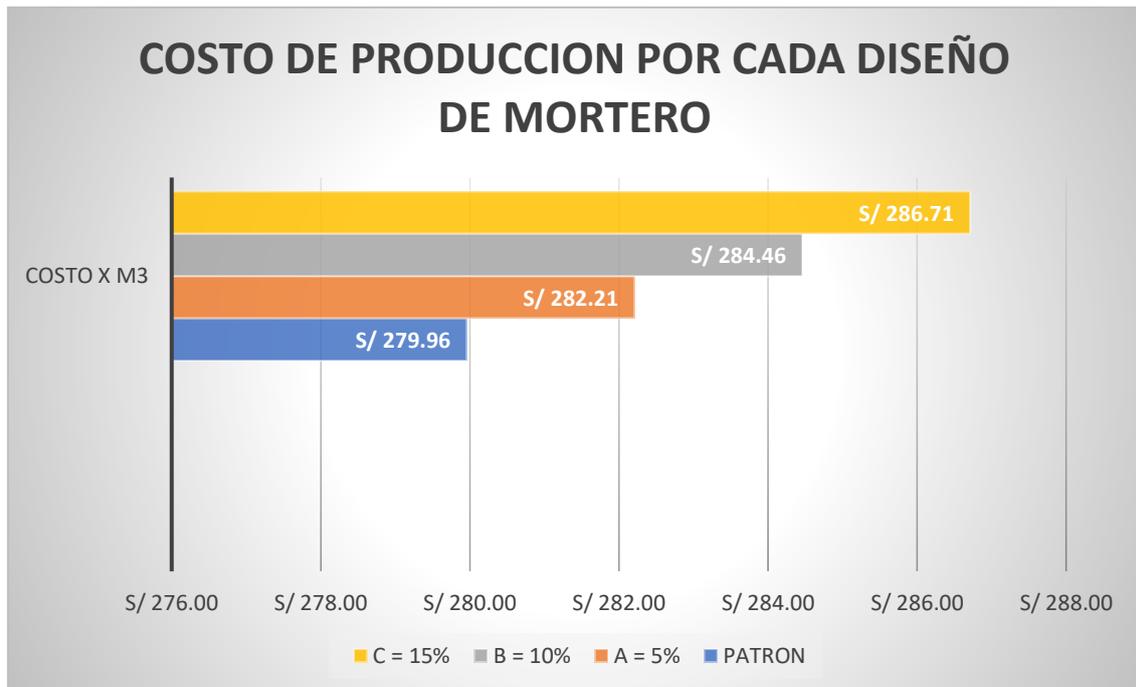
Costo de producción del mortero de cal y mortero con adición de mucilago de nopal

CUADRO COMPARATIVO DE PRECIOS		
TIPO DE MORTERO	COSTO X M3	DIFERENCIA DE COSTOS EN RELACION AL MORTERO PATRON
PATRON	S/ 279.96	0
A = 5%	S/ 282.21	S/ 2.25
B = 10%	S/ 284.46	S/ 4.50
C = 15%	S/ 286.71	S/ 6.75

Fuente: Elaboración propia

Figura 21

Costo de producción del mortero de cal y mortero con adición de mucilago de nopal



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El costo de la producción de 1m³ del mortero de cal patrón o convencional es de S/ 279.96, el costo del mortero de cal con adición de mucilago de nopal al 5% es de S/ 282.21, el costo del mortero de cal con adición de mucilago de nopal al 10% es de S/ 284.46 y por ultimo el mortero de cal con adición de mucilago de nopal al 15% es de S/ 286.71.

Existe una diferencia de S/ 6.75 entre la producción de mortero de cal patrón o convencional y el mortero de cal con adición de mucilago de nopal al 15%, este mortero presentó la mayor resistencia a la compresión y flexión a los 28 días de curado.

V. DISCUSIÓN

Las **limitaciones** encontradas durante el desarrollo del presente trabajo fueron el acceso a la cal, debido que la zona no cuenta con caleras, existe la cal industrializada y su costo es muy elevado en comparación con el costo de la cal informal. Además, la calidad de la arena gruesa no es la adecuada para morteros, se buscó en las diferentes canteras, pero fue muy difícil su obtención, los moldes para la realización de las muestras son inexistentes en la ciudad por lo que se debieron fabricar.

Por otro lado, las **implicancias** que se generan en la ingeniería civil es el aporte en el mejoramiento del mortero de cal ya que este ha modificado sus propiedades físicas y mecánicas con la adición del mucilago de nopal, se logró un incremento en la resistencia de compresión y flexión de las diferentes muestras, esto conlleva a una mayor utilización del mortero de la cal en edificaciones rústicas, artísticas, turísticas y trabajos de restauración

En referencia al resultado 01 de la investigación, se observó que la obtención del mucilago de nopal por el método del remojo en la proporción de 1:1, presenta características de un líquido viscoso, de color verdoso y olor desagradable. Villalobos (1) en su investigación realizó la obtención del mucilago por diferentes métodos y coincidimos con él en el método de la obtención por remojo, menciona las características similares a las halladas en el presente estudio

Los resultados 02 hacen referencia a las propiedades físicas, en las cuales se determinó el asentamiento de los diseños de mortero, el asentamiento en el mortero patrón y dosificaciones de 5 y 10% presentaron asentamientos de 1.40, 1.98 y 4.14 cm respectivamente. Inga (9) en su investigación del concreto con adiciones de mucilago de nopal al 1, 3 y 5% menciona que el concreto con adición de mucilago presenta menos asentamiento en comparación al concreto base con 0.30 versus 0.35 cm. El peso unitario del mortero de cal es de 2097 kg/m³ y con la adición del mucilago de nopal aumentó a 2630, 2609 y 2601

kg/m³ en los porcentajes de 5, 10 y 15% respectivamente, caso contrario al de Inga en que el concreto con adición de mucilago de nopal presentó pesos unitarios ligeramente menores al concreto base. El contenido de aire en el mortero de cal patrón fue de 4.43%, en los diseños de 5, 10 y 15% de mucilago de nopal el contenido de aire fue de 3.33, 5.57 y 7.36% respectivamente, Inga (9) muestra que los concretos con adición de mucilago de nopal presentan mayor contenido de vacíos en relación al concreto base, dejando claro que dichos resultados son coincidentes con los de esta investigación.

Basándonos en el resultado 03 del presente trabajo de investigación, se observó que el mortero patrón presentó a los 14 días una resistencia a la compresión de 14.79 kg/cm², con las adiciones de mucilago de nopal aumentó a 18.34, 21.67 y 16.83 kg/cm². Villalobos (1) en su investigación presentó resultados a los 10 días en los cuales la resistencia a la compresión aumentaba con la presencia de mucilago de nopal, pero dependiendo del método de obtención.

Por otro lado, Inga (9) obtuvo resultados a los 7 días en los cuales la resistencia a la compresión del concreto patrón fue de 78.10 kg/cm² y el concreto con adiciones de 1% obtuvo 178.55 kg/cm² y fue disminuyendo a medida que aumenta el porcentaje de mucilago de nopal, tal es así que con 3% se obtuvo 119.68 kg/cm² y con 5% llegó a 94.90 kg/cm², y a los 28 días el concreto base logró una resistencia a la compresión de 188.85 kg/cm² y el concreto con 1% de mucilago de nopal llegó a una resistencia de 229.55 kg/cm² y va disminuyendo en función del aumento del mucilago de nopal, lo cual da un resultado inverso a nuestra investigación que a los 28 días el mortero de cal con adición del 15% de mucilago logró una mayor resistencia a la compresión en relación al mortero de cal patrón.

VI. CONCLUSIONES

La obtención del mucilago de nopal fue posible por el método del remojo, por un periodo de 18 días, posterior a ello se obtuvo un líquido verdoso, viscoso y de olor desagradable, que se adicionó fácilmente a la mezcla del mortero de cal.

La adición del mucilago de nopal produce cambios en las propiedades físicas del mortero de cal, el asentamiento aumentó de manera directa al porcentaje de mucilago de nopal, a mayor mucilago el asentamiento aumentó, pero el mortero fue trabajable, con el peso unitario es lo contrario, disminuye al incremento del mucilago de nopal, pero sus valores están por encima del mortero patrón y por último el contenido de aire aumentó según la adición del mucilago de nopal.

La resistencia a la compresión a los 14, 21 y 28 días realizada en las muestras, reflejan que la adición del mucilago de nopal incrementa los valores, tal es así que a los 28 días el mortero patrón obtuvo 17.41 kg/cm² y el mortero con adición de 15% de mucilago de nopal obtuvo 27.45 kg/cm², mostrando un aumento de 93.17%

De igual manera la resistencia a la flexión a los 14, 21 y 28 días presentó los valores más altos en los morteros de cal con adición de mucilago de nopal, el mortero patrón a los 28 días alcanzó 4.35 kg/cm² y el mortero con adición de 15% de mucilago de nopal logró 7.66 kg/cm² lo que representa 76.09% de resistencia mayor que el mortero patrón.

La resistencia a la compresión axial en las pilas realizada a los 28 días mostro resultados semejantes, tal es así que el mortero patrón logró 11.09 kg/cm² versus el mortero con adición de 15% de mucilago de nopal alcanzando un 18.11 kg/cm², logrando un 63.30% más resistencia en relación al mortero patrón.

La resistencia a la compresión diagonal en muretes a los 28 días mostró que el murete con mortero patrón alcanzó una resistencia de 1.24 kg/cm² y el murete con mortero de cal adicionado 15% de mucilago de nopal alcanzó 1.86 kg/cm² que significa 50% más de resistencia en relación al murete con mortero patrón.

Por último, la evaluación del costo de producción del mortero patrón es de S/ 279.96 y varía en aumento con los otros morteros en S/ 2.25, S/ 4.50 y S/ 6.75 (5, 10 y 15%), esta diferencia económica es mínima en comparación con los beneficios que se han podido observar a través de los resultados de los ensayos. Ya que se pudo determinar que la adición del mucilago de nopal mejora las propiedades mecánicas del mortero de cal, si lo comparamos con un aditivo comercial el costo sería mayor.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda el proceso de obtención por remojo del mucilago de nopal porque es sencillo y de bajo costo, de igual manera se debe tener en consideración el tiempo adecuado de remojo.

En relación a las propiedades físicas del mortero de cal, se recomienda que el mucilago de nopal sea incorporado al mortero en sustitución de un porcentaje agua, debido que por el método del remojo el mucilago es líquido por que se incrementa el volumen de agua en la mezcla.

Se recomienda la adición del mucilago de nopal en el mortero de cal, porque mejora la resistencia a la compresión y flexión de este.

El costo de producción del mucilago de nopal es económico en comparación a los aditivos comerciales, por lo que se recomienda su producción y utilización en la elaboración de los morteros de cal.

REFERENCIAS

1. **VILLALOBOS RUIZ, Rodrigo.** *Morteros de cal con mucilago de Nopal (Opuntia Ficus - Indica) como Aditivos: Evaluación de las propiedades mecánicas en base al método de extracción empleado.* Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí : s.n., 2014. Tesis.
2. **VILCA POZO, Ariel Rey.** *Utilización de geopolímero para la mejora de las propiedades en morteros cal-puzolana y su empleo en países en desarrollo.* Universidad Politécnica de Valencia. Valencia : s.n., 2021. Tesis.
3. **GONZALES SANCHEZ, Jesus Fidel.** *Desarrollo de nuevos morteros de restauración de cal con aditivos.* Universidad Navarra. Pamplona : s.n., 2020. Tesis.
4. **ESPITIA MORALES, Andrés Felipe.** *Caracterización de mezclas de mortero de cal y arena, compatibles con morteros patrimoniales y su incidencia en las propiedades mecánicas de la mampostería de arcilla cocida, en edificaciones históricas.* Escuela colombiana de ingeniería Julio Garavito. Bogotá : s.n., 2018. Tesis.
5. **BULNES GANBINI, Carlos Mauro.** *Resistencia a la compresión de un mortero cemento - arena adicionando 10% y 20% de mucílago de nopal.* Ancash, Universidad San Pedro. Chimbote : s.n., 2018. Tesis.
6. **GARCÍA CUADRADO, Juan.** *ELABORACIÓN DE MORTEROS DE CAL Y BASTARDOS PARA ALBAÑILERÍA FABRICADOS CON ÁRIDOS SIDERÚRGICOS.* Universidad de Burgos . Burgos : s.n., 2017. Tesis.
7. **ARELLANO ARTEAGA, Juan Benito.** *Influencia de un mortero en albañilería confinada con adición de baba de nopal - sábila, Trujillo - 2021.* La Libertad, Universidad Cesar Vallejo. Trujillo : s.n., 2021. Tesis.
8. **CORTEZ GUTIERREZ, Henry Fredy y GOMEZ GUALLANAY, Oscar .** *Caracterización de morteros para revestimiento incorporando Mucílago de Nopal, San Bartolomé, Lima.* Lima, Univercidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2021. Tesis.
9. **INGA JULCA, Thalia Gianella.** *Influencia de la adición de mucílago de nopal (Opuntia ficus-índica) en las propiedades mecánicas del concreto permeable.* Lima, Universidad Peruana Unión. Lima : s.n., 2019. Tesis.
10. **VILLACORTA PAREDES, Cristian Branco y QUIÑONES RAMIREZ, Omar Juan.** *IMPERMEABILIZACIÓN DE LA CUBIERTA DE LAS CASAS DE ADOBE EN LA CIUDAD DE OTUZCO CARACTERIZANDO UN MORTERO A BASE DE BABA DE NOPAL EN EL AÑO 2018.* La libertad, UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERIA. Trujillo : s.n., 2019. Tesis.
11. **BACCI, Joseph.** *The Influence of Fire and Water on Lime, Natural Hydraulic Lime, and Cement-Lime.* University of Pennsylvania . EE.UU : s.n., 2020. Tesis.

12. **CIZER, Ozlem.** *INVESTIGATION OF LIME MORTAR CHARACTERISTICS FOR THE CONSERVATION OF THE OTTOMAN BATHS IN SEFERİHİSAR-URLA REGION.* İzmir Institute of Technology. İzmir, Turkey : s.n., 2004. Tesis.
13. **LAWRENCE, Robert Michael.** *A STUDY OF CARBONATION IN NONHYDRAULIC LIME MORTARS.* University of Bath . Reino Unido : s.n., 2006. Tesis.
14. *Influencia de un aditivo natural (mucílago de nopal) en las propiedades electroquímicas del acero de refuerzo del concreto.* **DIAZ BLANCO, y otros.** 9, ALCONPAT, págs. 260-276.
15. *Algunos alcances sobre el origen de la tuna en Perú.* **NOVOA, S. 1,** LA MOLINA : ZONAS ARIDAS, 2006, Vol. 10, págs. 174-181.
16. **SILVA CASAS, Megy Ninosca.** *Extracción del mucílago de la penca de tuna y su aplicación en el proceso de coagulación-floculación de aguas turbias.* Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2017.
17. *Utilización de Tuna (opuntia ficus-indica) como coagulante natural en la clarificación de aguas crudas.* **OLIVERO BERDE, Rafael , y otros.** España : s.n., 01 de 12 de 2014.
18. *Caracterización de la Opuntia ficus-indica para su uso como coagulante natural.* **VILLABONA ORTIZ, Angel, PAZ ASTUDILLO, Isabel y MARTINEZ GARCIA , Jasser.** 137-144, Colombia : s.n., 2013.
19. **HARMSSEN, Teodoro E.** *Diseño de estructuras de concreto armado.* tercera. Lima : s.n., 2002. pág. 12.
20. **CORDOVA CORREA, Edwin .** Agua para morteros. *slideshare.* [En línea] 03 de 03 de 2017. <https://es.slideshare.net/EdwinCordovaCorrea1/el-agua-para-morteros>.
21. **ANCADADE.** issuu. [En línea] 24 de 03 de 2015. https://issuu.com/merile/docs/presentacionmorteroscal_aidico.
22. **Quimica.es.** Quimica.es. [En línea] https://www.quimica.es/enciclopedia/%C3%93xido_de_cal.html.
23. **Campus.co.** Campus .co. [En línea] 5 de 2 de 2016. <http://i3campus.co/CONTENIDOS/wikipedia/content/a/cal.html>.
24. **ONLINE ETYMOLOGY DICTIONARY.** ONLINE ETYMOLOGY DICTIONARY. [En línea] https://www.etymonline.com/search?q=mortar&ref=searchbar_searchhint.
25. **TOPCIMENT .** Todo sobre el mortero de cal natre: que es beneficios y usos. [En línea] 2020. <https://www.topciment.com/es/noticia/mortero-de-cal-nature-que-es-tipos-ventajas-y-para-que-se-usa>.
26. **CONSTRUCTOR CIVIL.** Fluidez en morteros de cemento portlant. [En línea] 17 de 12 de 2010. <https://www.elconstructorcivil.com/2011/01/fluidez-en-morteros-de-cemento-portland.html>.

27. **PCC GROUP.** ¿Como funcionan los incorporadores de aire? tensioactivos en la producción de hormigón. [En línea] 06 de 09 de 2022. <https://www.products.pcc.eu/es/blog/como-funcionan-los-aditivos-incorporadores-de-aire-tensioactivos-en-la-produccion-de-hormigon/>.
28. **Laboratorio de materiales y construcción.** Densidad total (peso unitario y vacíos en agregados para concreto). Universidad centro Americana : s.n. págs. 2-4.
29. **INSTRON.** Resistencia a la compresión. [En línea] <https://www.instron.com/es-es/resources/glossary/c/compressive-strength>.
30. **AIMPLAS.** Ensayo de flexión. [En línea] <https://www.aimplas.es/tipos-ensayos/propiedades-mecanicas-de-los-materiales-plasticos/ensayo-de-flexion/>.
31. **HMONG.ES.** Resistencia a la tracción. [En línea] https://hmong.es/wiki/Ultimate_tensile_strength.
32. **EUROINNOVA.** [En línea] <https://www.euroinnova.pe/blog/que-es-lo-que-caracteriza-a-la-investigacion-aplicada>.
33. **QUESTIONPRO.** QUESTIONPRO. [En línea] <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-cuasi-experimental/>.
34. —. QUESTIONPRO. [En línea] <https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-la-investigacion-cuantitativa/>.
35. *Histopatología y patogénesis de Pseudoceroscopa opuntiae en nopal.* **QUESADA SALINAS, Andres , y otros.** Mexico : s.n., 23 de 11 de 2013, págs. 9-18.
36. **DAVID OSORIO, Jesus.** [En línea] <https://360enconcreto.com/como-se-evalua-la-calidad-de-un-mortero/>.
37. **Explorable.com.** [En línea] 15 de 11 de 2009. <https://explorable.com/es/poblacion-de-la-investigacion>.
38. **LOPEZ, Pedro .** SCIENCEOPEN.COM. [En línea] 2004. <https://www.scienceopen.com/document?vid=1b1bbebf-484c-40ea-986b-9e64dd658382>.
39. **SABINO, Carlos .** *El proceso de investigación.* Caracas : panapo, 1992. pág. 111.
40. **PULIDO, William.** Enfoque cualitativo, cuantitativo y mixto. 2014.
41. **MARIANDEAGUIAR.** [En línea] 15 de 02 de 2016. <https://sabermetodologia.wordpress.com/2016/02/15/tecnicas-e-instrumentos-de-recoleccion-de-datos/>.
42. **HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNANDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA , Pilar.** *Metodología de la investigación.* sexta. Mexico : MC GRAW HILL, 2014. pág. 200.

43. **TESIS & MÁSTERS.** [En línea] 2021. <https://tesisymasters.com.ar/analisis-de-datos-cuantitativos/>.
44. **Explorable.com.** explorable.com. [En línea] 15 de 11 de 2009. <https://explorable.com/es/poblacion-de-la-investigacion>.

ANEXO

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del mortero de cal adicionando mucilago de nopal (Opuntia ficus-indica), Ayacucho- 2022"

AUTOR: Giraldo Villar, Rina Marleny

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	DEPENDIENTE	Propiedades físicas en estado fresco del mortero	Asentamiento, peso unitario, contenido de aire	Formato de registro	
¿De qué manera contribuye la adición de mucilago de nopal (Opuntia ficus-indica), en las propiedades físico-mecánicas del mortero de cal, Ayacucho- 2022?	Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del mortero de cal con la adición de mucilago de nopal	La adición del mucilago de nopal contribuye de manera positiva en las propiedades físico-mecánicas del mortero de cal, Ayacucho 2022					
Problemas específicos:	Objetivo específico	Hipótesis específicas:		Propiedades físicas-mecánicas del mortero de cal	Propiedades mecánicas en estado endurecido del mortero		Resistencia a la compresión y flexión
P1: ¿De qué manera influye el método de obtención del mucilago de nopal en las propiedades físico-mecánicas del mortero de cal, Ayacucho-2022?	O1: Determinar el procedimiento de obtención del mucilago de nopal.	H1: El método de obtención del mucilago de nopal es el adecuado					
P2: ¿De qué manera contribuye la adición de mucilago de nopal (Opuntia ficus-indica), en las propiedades físicas del mortero de cal, Ayacucho- 2022?	O2: Determinar cómo contribuye la adición de mucilago de nopal en las propiedades físicas del mortero de cal, Ayacucho 2022	H2: La adición de mucilago de nopal contribuye de manera positiva en las propiedades mecánicas del mortero de cal, Ayacucho 2022	INDEPENDIENTE	Mucilago de nopal (Opuntia ficus-indica)	Dosificación		
P3: ¿De qué manera contribuye la adición de mucilago de nopal (Opuntia ficus-indica), en las propiedades mecánicas del mortero de cal, Ayacucho- 2022?	O3: Determinar cómo contribuye la adición de mucilago de nopal en las propiedades mecánicas del mortero de cal, Ayacucho 2022	H3: La adición de mucilago de nopal contribuye de manera positiva en las propiedades mecánicas del mortero de cal, Ayacucho 2022					A = 5%
P4: ¿Los porcentajes de adición de mucilago de nopal (Opuntia ficus-indica) contribuye en las propiedades del mortero de cal Ayacucho- 2022?	O4: Determinar la influencia de los costos de producción en el mortero de cal con la adición del mucilago de nopal	H4: Los costos de producción del mortero de cal con adición del mucilago de nopal son aceptables en el mercado de la construcción, Ayacucho 2022				B = 10%	
					C = 15%		

ANEXO 2. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

TÍTULO: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del mortero de cal adicionando mucilago de nopal (Opuntia ficus-indica), Ayacucho- 2022"

AUTOR: Giraldo Villar, Rina Marleny

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Dependiente	Propiedades físicas-mecánicas del mortero de cal	La evaluación de las propiedades físicos-mecánicas en un mortero son de suma importancia en etapa fresco como en endurecido, sus factores determinaran la capacidad de respuesta a los esfuerzos del mortero, con estas propiedades se verifica el fraguado, fluidez, expansión, densidad, consistencia, compresión, flexión y tracción. Sánchez (1996)	Las propiedades físicas-mecánicas del mortero de cal se evaluará de acuerdo a la eficiencia mostrada y según alcance la resistencia deseada en pilas y muretes, ello estará compuesta por cal, arena gruesa y agua.	Propiedades en estado fresco del mortero	Asentamiento	Razón	Tipo de investigación: APLICADA Diseño de investigación: CUASI EXPERIMENTAL Nivel de investigación: EXPLICATIVA Población: 132 (Probetas cúbicas, Pilas y Muretes, Muestras de mortero en estado fresco y endurecido)
					Peso unitario		
Contenido de aire							
Independiente	Mucílago de nopal (Opuntia ficus-indica)	El mucílago una sustancia pegajosa producida en las células que se encuentran tanto en la clorénquima, como en el parénquima y que ayuda a los cactus a retener agua (Barbera y col., 1995).	El mucílago de nopal será evaluado en el comportamiento del mortero de cal, el mucilago tiene propiedades de retención de agua y características químicas, las cuales son un factor importante para mejorar el mortero de cal.	Propiedades en estado endurecido del mortero	Resistencia a la compresión	Razón	Instrumento de investigación: Formato de registro
					Resistencia a la flexión		
Dosificación	A = 5%						
	B = 10%						
	C = 15%						

ANEXO 3: ANALISIS ESTADISTICO DE RESULTADOS

1. PROPIEDADES FISICAS DEL MORTERO DE CAL Y DEL MORTERO DE CAL CON ADICION DE MUCILAGO DE NOPAL

1.1. Asentamiento

Tabla 1

Promedio del tamaño del asentamiento (cm) del mortero de cal por el método del cono de Abrams (ASTM C143, NTP 339.035)

MUESTRAS	ASENTAMIENTO EN CM					PROMEDI
	1	2	3	4	5	O
PATRON	1	1.8	1.3	1.4	1.5	1.4
A	1.5	2.4	2.6	2	1.4	1.98
B	4.4	4.6	4	3.5	4.2	4.14
C	15.3	14.1	14.6	13.6	14.8	14.48

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2

Análisis Estadístico:

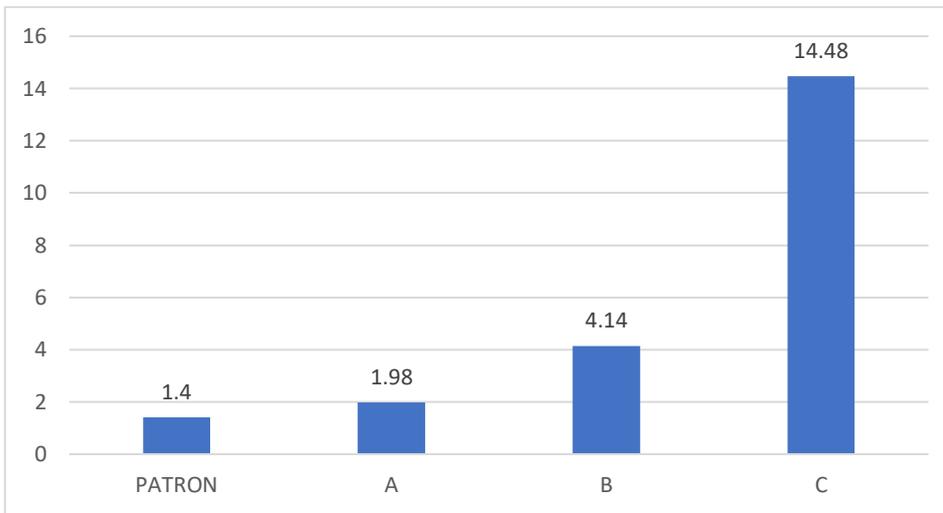
FUENTE	GL	SC	MC	F	P
TIPO	3	558.452	186.151	766.05	0
ERROR	16	3.888	0.243		
TOTAL	19	562.34			

Fuente: Elaboración propia

Se muestra los resultados estadísticos del Análisis de Varianza en relación al promedio del tamaño del asentamiento (cm) del mortero de cal por el método del cono de Abrams (ASTM C143, NTP 339.035), el valor de P es menor de 0.001 menor a 0.05 lo cual involucra que los promedios de los asentamientos son diferentes, a un 95% de confianza.

Figura 1

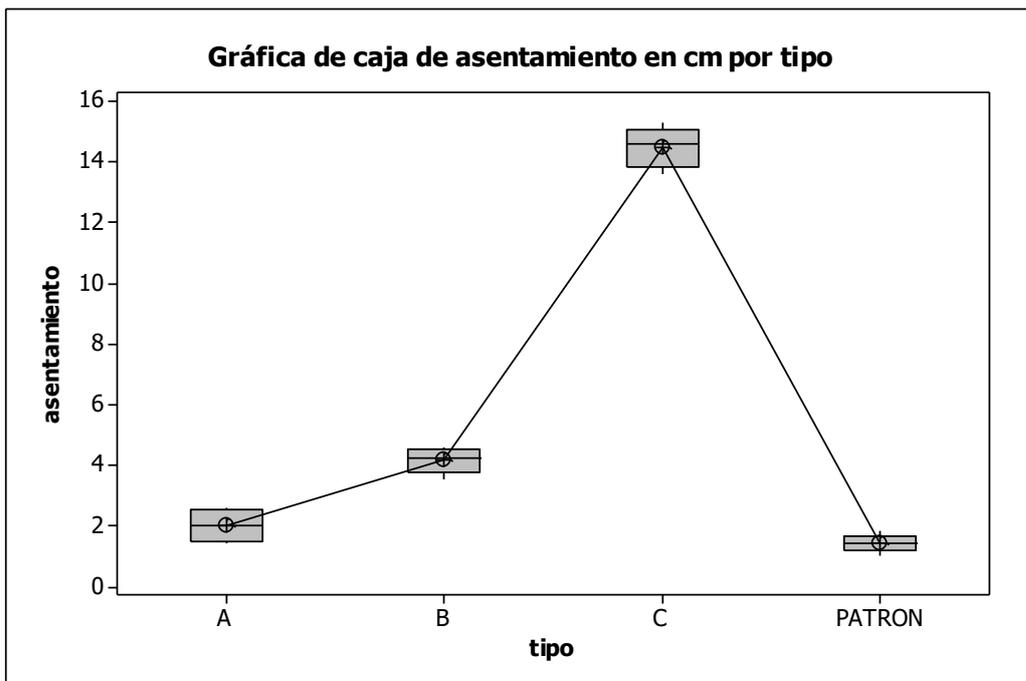
Tamaño del asentamiento (cm) del mortero de cal por el método del cono de Abrams (ASTM C143, NTP 339.035)



Fuente: Elaboración propia

Figura 2

Tamaño del asentamiento (cm) del mortero de cal por el método del cono de Abrams (ASTM C143, NTP 339.035)



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Según la figura y el gráfico se puede observar que los valores obtenidos del tamaño del asentamiento (cm) del mortero de cal por el método del cono de Abrams (ASTM C143, NTP 339.035) fue de 14.48cm para el tipo C, mientras que para el tipo B fue de 4.14 cm en promedio, mientras que se obtuvo un promedio de 1.98cm para el tipo A y para el patrón se obtuvo un promedio de 1.4cm.

1.2. Peso unitario

Tabla 3

Promedio del Peso Unitario en mortero de cal y mortero de cal con adiciones de mucilago de nopal

PESO UNITARIO DEL MORTERO DE CAL				
MUESTRAS	Peso del molde (kg)	Peso del molde + Mortero de cal compactado (kg)	Peso del mortero (kg)	Peso unitario del Mortero de cal (kg/m ³)
PATRON	2.275	8.148	5.873	2097
A	2.275	8.169	5.984	2630
B	2.275	8.211	5.936	2609
C	2.275	8.193	5.918	2601

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4

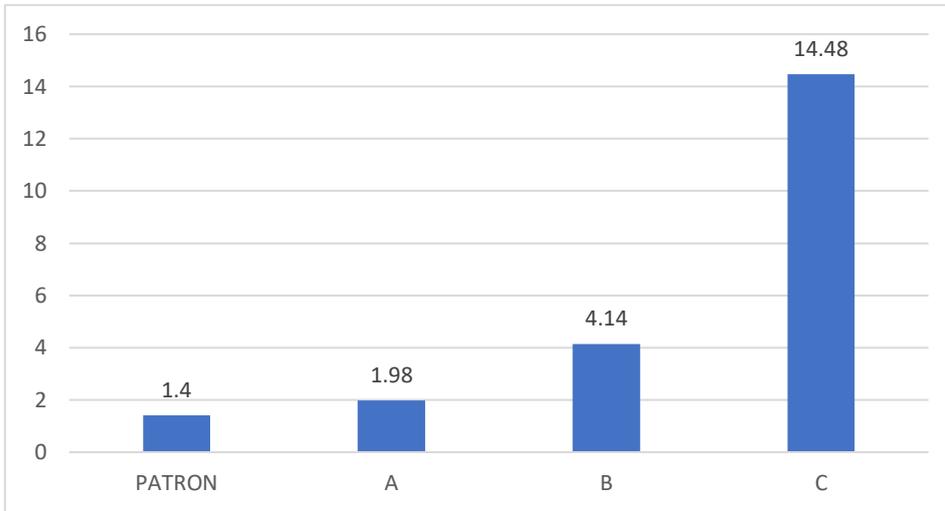
Análisis Estadístico

FUENTE	GL	SC	MC	F	P
TIPO	3	558.452	186.151	766.05	0
ERROR	16	3.888	0.243		
TOTAL	19	562.34			

Fuente: Elaboración propia

Figura 3

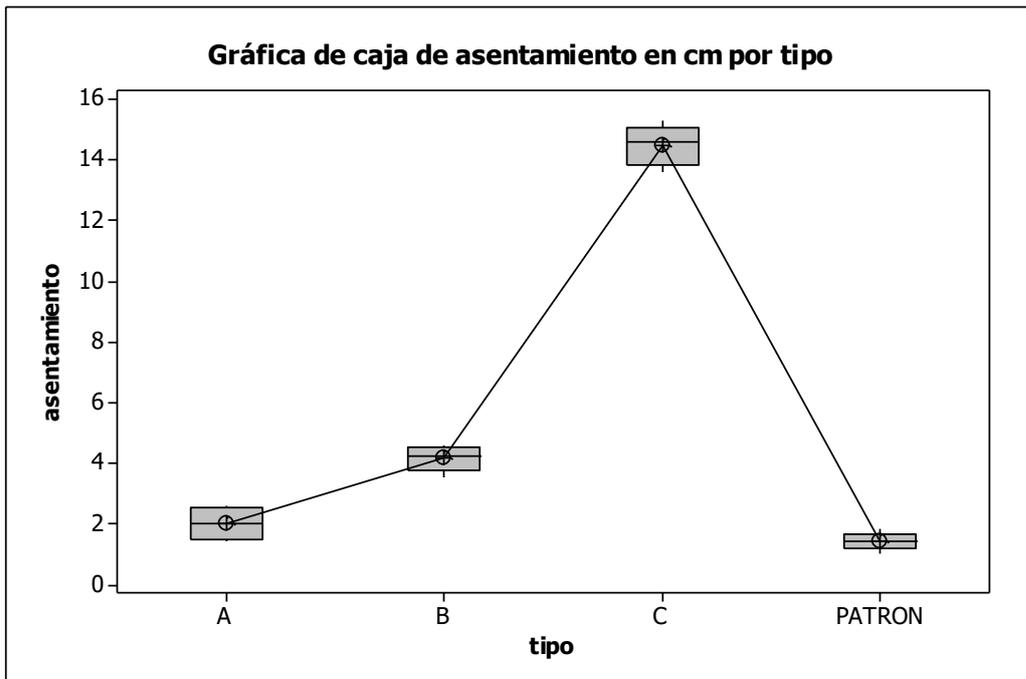
Tamaño del asentamiento (cm) del mortero de cal por el método del cono de Abrams (ASTM C143, NTP 339.035)



Fuente: Elaboración propia

Figura 4

Tamaño del asentamiento (cm) del mortero de cal por el método del cono de Abrams (ASTM C143, NTP 339.035)



Fuente: Elaboración propia

Para la realización del análisis de varianza, se estableció la hipótesis nula como la igualdad de los promedios de contenido de aire del Asentamiento en mortero de cal patrón y mortero de cal con adiciones de mucilago de nopal (tipo A, tipo B y tipo C)

Se muestra los resultados estadísticos del Análisis de Varianza en relación al promedio de asentamientos, el valor de P es menor de 0.001 menor a 0.05 lo cual involucra que los promedios de los pesos unitarios son diferentes, a un 95% de confianza.

1.3. Contenido de Aire

Tabla 5

Promedio del Contenido de aire en mortero de cal y mortero de cal con adiciones de mucilago de nopal

CONTENIDO DE AIRE						
MUESTRAS	1	2	3	4	5	PROMEDIO
PATRON	5.14%	4.56%	3.87%	3.67%	4.93%	4.43%
A	3.41%	4.18%	3.08%	3.16%	2.83%	3.33%
B	5.79%	5.23%	5.61%	5.39%	5.84%	5.57%
C	6.48%	6.49%	7.40%	8.04%	8.39%	7.36%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6

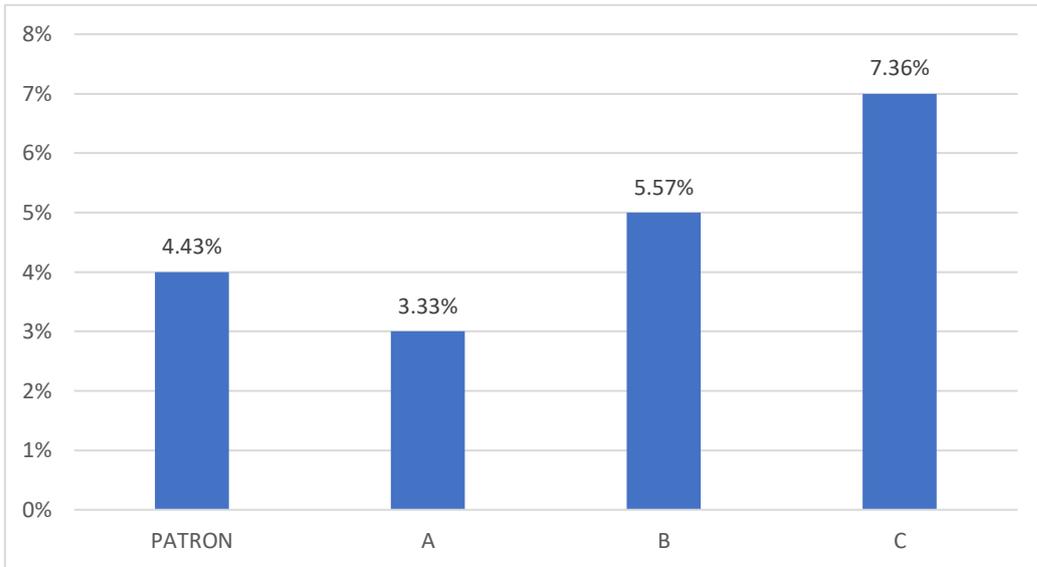
Análisis Estadístico

Fuente	GL	SC	MC	F	P
FACTOR	3	0.003575	0.0011917	17.65	0
Error	16	0.00108	0.0000675		
Total	19	0.004655			

Fuente: Elaboración propia

Figura 5

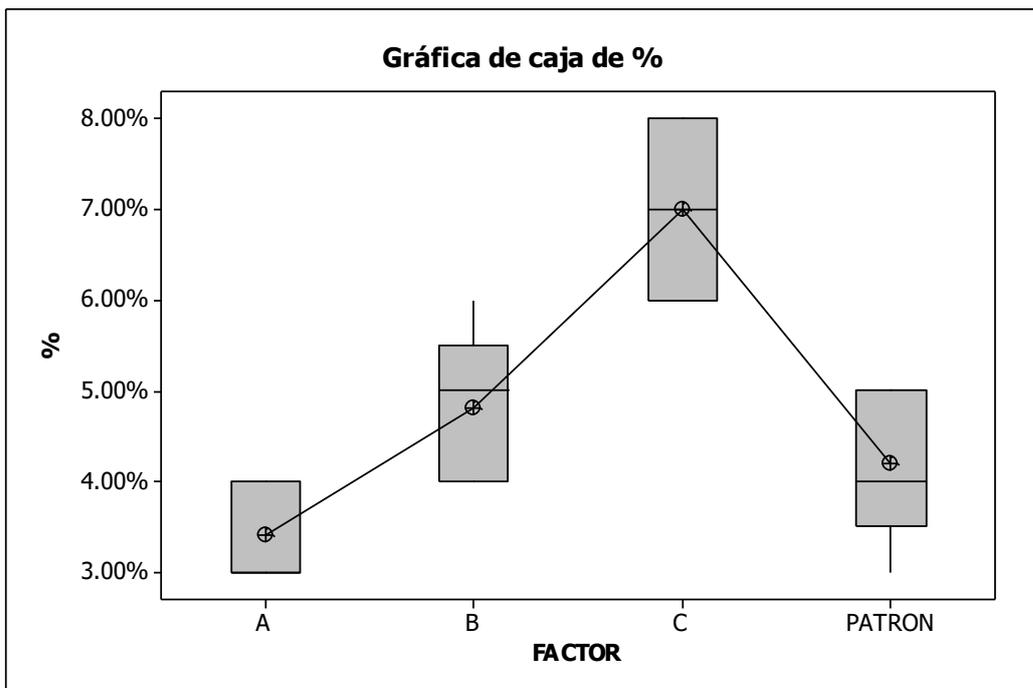
Promedio del Contenido de Aire en mortero de cal y mortero de cal con adiciones de mucilago de nopal por tipo



Fuente: Elaboración propia

Figura 6

Promedio del Contenido de Aire en mortero de cal y mortero de cal con adiciones de mucilago de nopal por tipo



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Según la figura y el gráfico se puede observar que los valores obtenidos del porcentaje del contenido de aire del Asentamiento en mortero de cal y mortero de cal con adiciones de mucilago de nopal por tipo, en el cual el tipo C obtuvo un nivel de 7.36%, el tipo B obtuvo un nivel del 5.57%, el patrón obtuvo un nivel del 4.43% y el tipo A obtuvo un nivel de 3.33%.

2. PROPIEDADES MECANICAS DEL MORTERO DE CAL Y DEL MORTERO DE CAL CON ADICION DE MUCILAGO DE NOPAL

2.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CUBOS PRISMATICOS

2.1.1. Análisis por resistencia por tipo de muestra

Tabla 7

Método Estadístico propuesto

MÉTODO

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8

Análisis de Varianza de las resistencias (kg/cm²) por las muestras

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
MUESTRAS	3	241.8	80.595	9.25	0
Error	32	278.8	8.713		
Total	35	520.6			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9

Medías

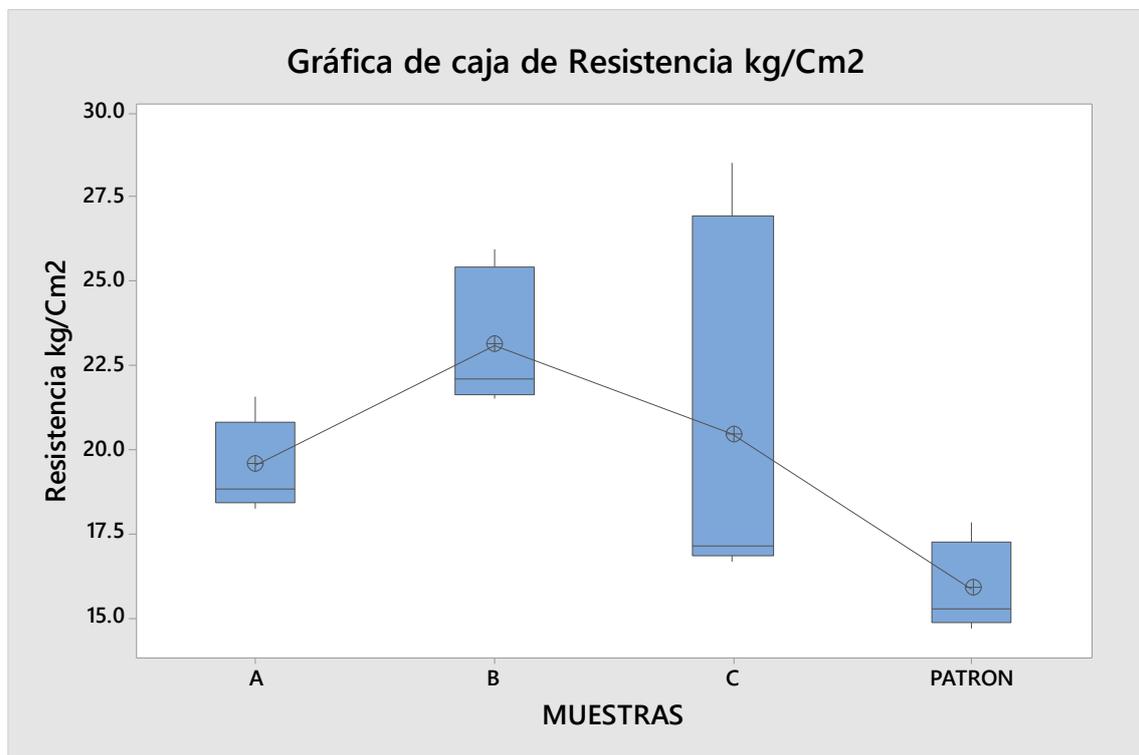
MUESTRAS	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
A	9	19.519	1.305	(17.515; 21.524)
B	9	23.081	1.922	(21.077; 25.085)
C	9	20.44	5.29	(18.44; 22.44)
PATRON	9	15.846	1.221	(13.842; 17.850)

Desv.Est. agrupada = 2.95174

Fuente: Elaboración propia

Figura 7

Gráfica de caja de Resistencia a la compresión Kg/cm2 por muestras



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la tabla anterior se puede observar que, el resultado del análisis de varianza muestra que el p-valor fue de 0.00, menor al nivel de 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis de igualdad de promedios de las resistencias (kg/cm2) de los tipos

de muestras, por lo que al menos uno de ellos es diferente, a un 95% de confianza.

De la misma forma, en la tabla de medias se puede observar que la muestra B es la que tiene mayor promedio de resistencia (23.081 kg/mc²)

2.1.2. Análisis de Resistencia por periodo

Tabla 10

Método Estadístico propuesto

MÉTODO

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
PERIODO	2	180.3	90.13	8.74	0.001
Error	33	340.3	10.31		
Total	35	520.6			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12

Medias

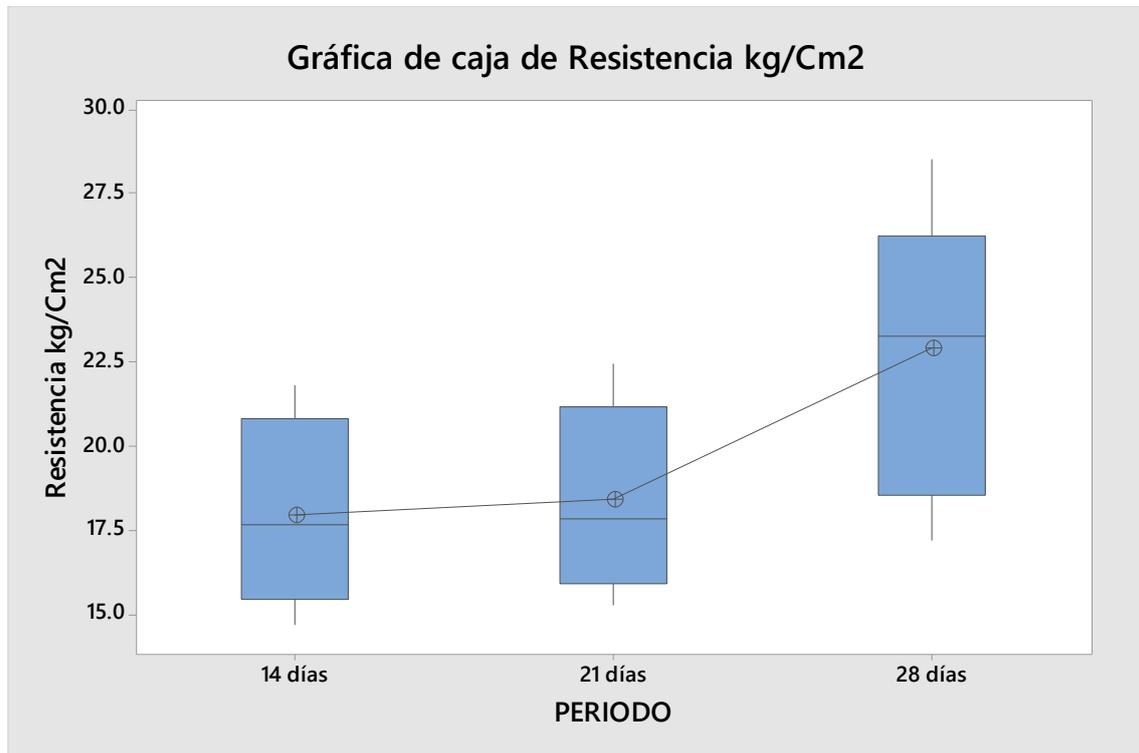
PERIODO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
14 días	12	17.907	2.628	(16.021; 19.794)
21 días	12	18.383	2.631	(16.497; 20.269)
28 días	12	22.87	4.14	(20.99; 24.76)

Desv.Est. agrupada = 3.21143

Fuente: Elaboración propia

Figura 8

Gráfica de caja de Resistencia a la compresión Kg/cm2 por periodos



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la tabla anterior se puede observar que, el resultado del análisis de varianza muestra que el p-valor fue de 0.00, menor al nivel de 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis de igualdad de promedios de las resistencias (kg/cm2) de los periodos de muestras, por lo que al menos uno de ellos es diferente, a un 95% de confianza.

De la misma forma, en la tabla de medias se puede observar que la muestra a los 28 días tiene mayor promedio de resistencia (22.87 kg/mc²).

2.2. RESISTENCIA A LA FLEXION EN ESPECIMENES

2.2.1. Análisis de resistencia a la flexión por tipo de muestras

Tabla 13

Método Estadístico propuesto

MÉTODO

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
PERIODO	3	13.49	4.497	2.71	0.062
Error	32	53.14	1.661		
Total	35	66.63			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15

Medías

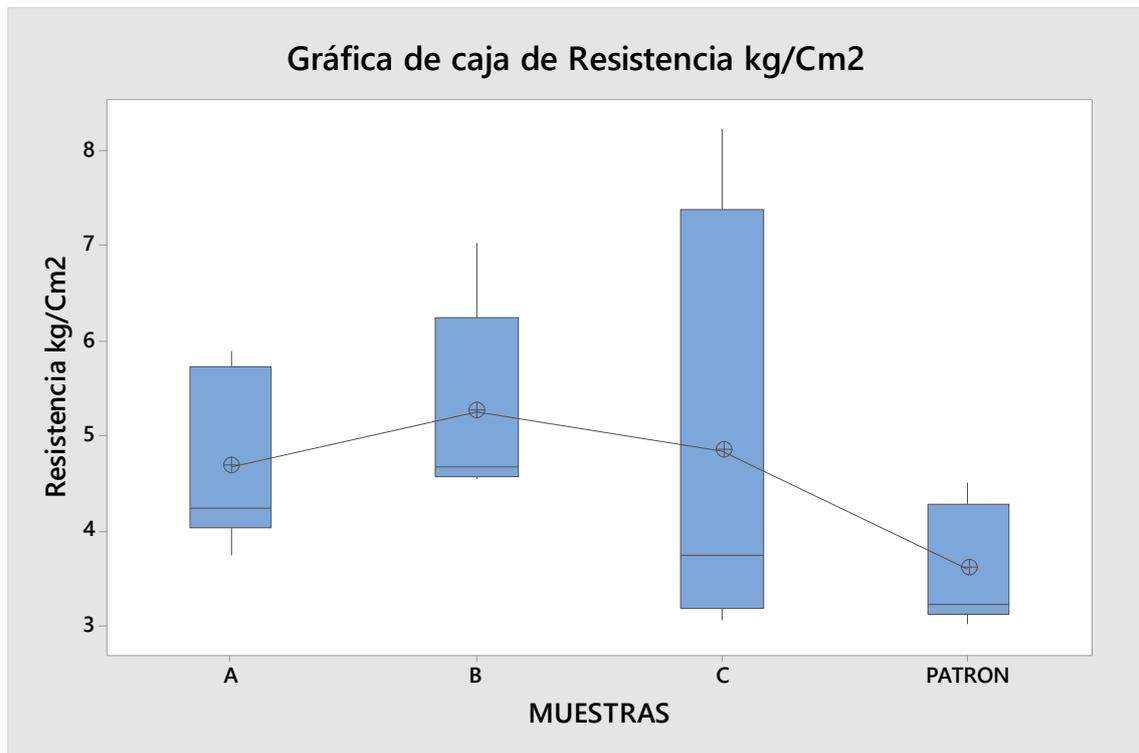
MUESTRAS	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
A	9	4.671	0.860	(3.796; 5.546)
B	9	5.256	0.962	(4.381; 6.131)
C	9	4.843	2.146	(3.968; 5.718)
PATRON	9	3.597	0.607	(2.722; 4.472)

Desv.Est. agrupada = 1.28863

Fuente: Elaboración propia

Figura 9

Gráfica de caja de Resistencia a la flexión Kg/cm2 por muestras



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la tabla anterior se puede observar que, el resultado del análisis de varianza muestra que el p-valor fue de 0.062, mayor al nivel de 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis de igualdad de promedios de las resistencias (kg/cm2) de

los tipos de muestras, por lo que estadísticamente son similares, a un 95% de confianza.

De la misma forma, en la tabla de medias se puede observar que la muestra de tipo B tiene un promedio de 5.256 de resistencia (22.87 kg/mc²), mientras que el segundo valor es para el tipo C con 4.843 (22.87 kg/mc²), valores similares, lo cual demuestra que no existe diferencia significativa entre ellos.

2.2.2. Análisis de resistencia por periodo

Tabla 16

Método Estadístico propuesto

MÉTODO

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$
<i>Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.</i>	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
PERIODO	2	39.68	19.8389	24.29	0.000
Error	33	26.95	0.8167		
Total	35	66.63			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18

Medias

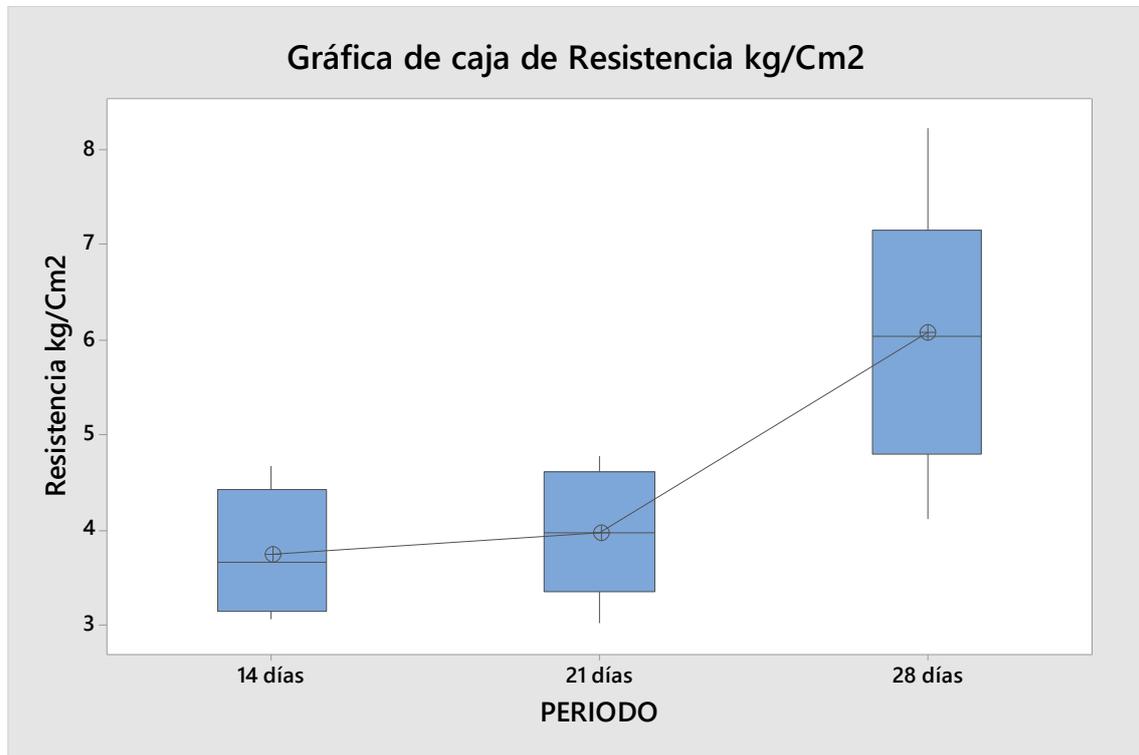
PERIODO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
14 días	12	3.740	0.620	(3.209; 4.270)
21 días	12	3.965	0.630	(3.434; 4.496)
28 días	12	6.071	1.291	(5.540; 6.602)

Desv.Est. agrupada = 0.903710

Fuente: Elaboración propia

Figura 10

Gráfica de caja de Resistencia a la flexión Kg/cm2 por periodos



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En la tabla anterior se puede observar que, el resultado del análisis de varianza muestra que el p-valor fue de 0.00, menor al nivel de 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis de igualdad de promedios de las resistencias (kg/cm2) de los

periodos de muestras, por lo que al menos uno de ellos es diferente, a un 95% de confianza.

De la misma forma, en la tabla de medias se puede observar que la muestra a los 28 días tiene mayor promedio de resistencia (6.071 kg/mc²).

2.3. Análisis de resistencia de componente axial pilas

Tabla 19

Método Estadístico propuesto

MÉTODO

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
PERIODO	3	93.2002	31.0667	388.55	0.000
Error	8	0.6396	0.0800		
Total	11	93.8399			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21

Medías

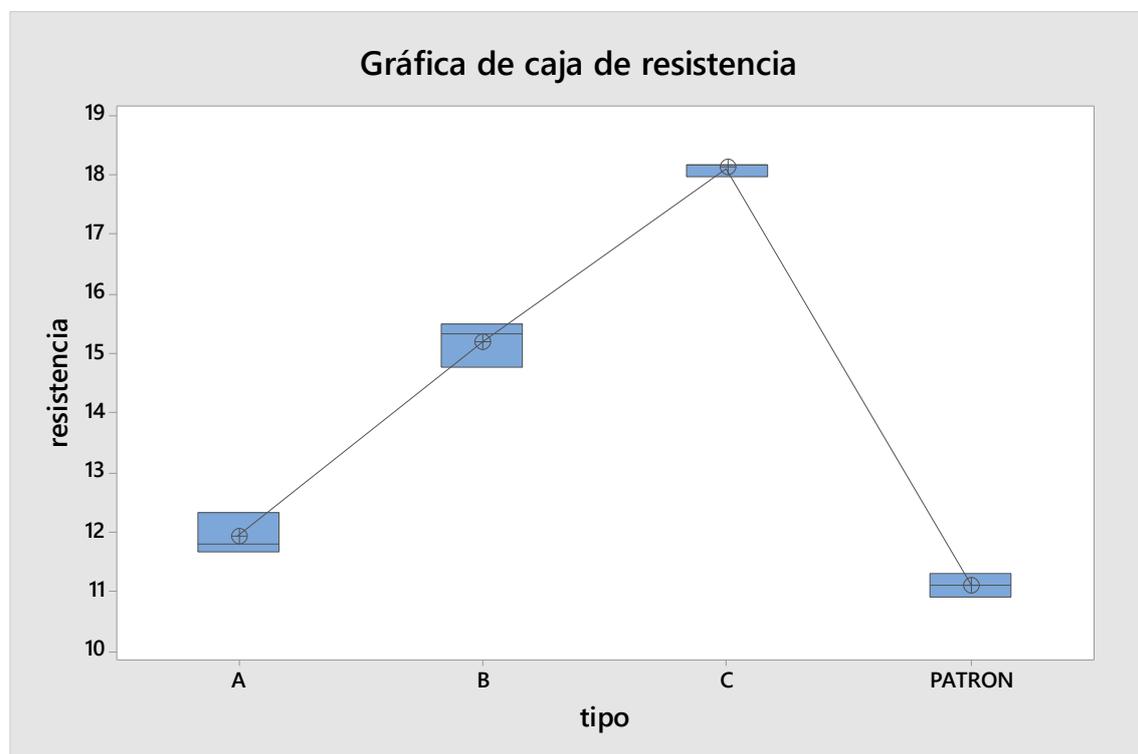
MUESTRAS	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
A	3	11.917	0.348	(11.541; 12.294)
B	3	15.189	0.378	(14.812; 15.565)
C	3	18.1101	0.1112	(17.7336; 18.4865)
PATRON	3	11.094	0.209	(10.717; 11.470)

Desv.Est. agrupada = 0.282763

Fuente: Elaboración propia

Figura 11

Gráfica de caja de Resistencia a la flexión Kg/cm² por periodos



Interpretaciones

En la tabla anterior se puede observar que, el resultado del análisis de varianza muestra que el p-valor fue de 0.00, menor al nivel de 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis de igualdad de promedios de las resistencias de componente axial

pilas (kg/cm²) de los tipos de muestras, por lo que al menos uno de ellos es diferente, a un 95% de confianza.

De la misma forma, en la tabla de medias se puede observar que la muestra del tipo C tiene mayor promedio de resistencia de componente axial pilas (18.1101 kg/mc²).

2.4. Análisis de resistencia de componentes diag. muretes

Tabla 22

Método Estadístico propuesto

MÉTODO

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
 Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
PERIODO	3	0.66315	0.221050	38.47	0.000
Error	8	0.04596	0.005745		
Total	11	0.70911			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24

Medías

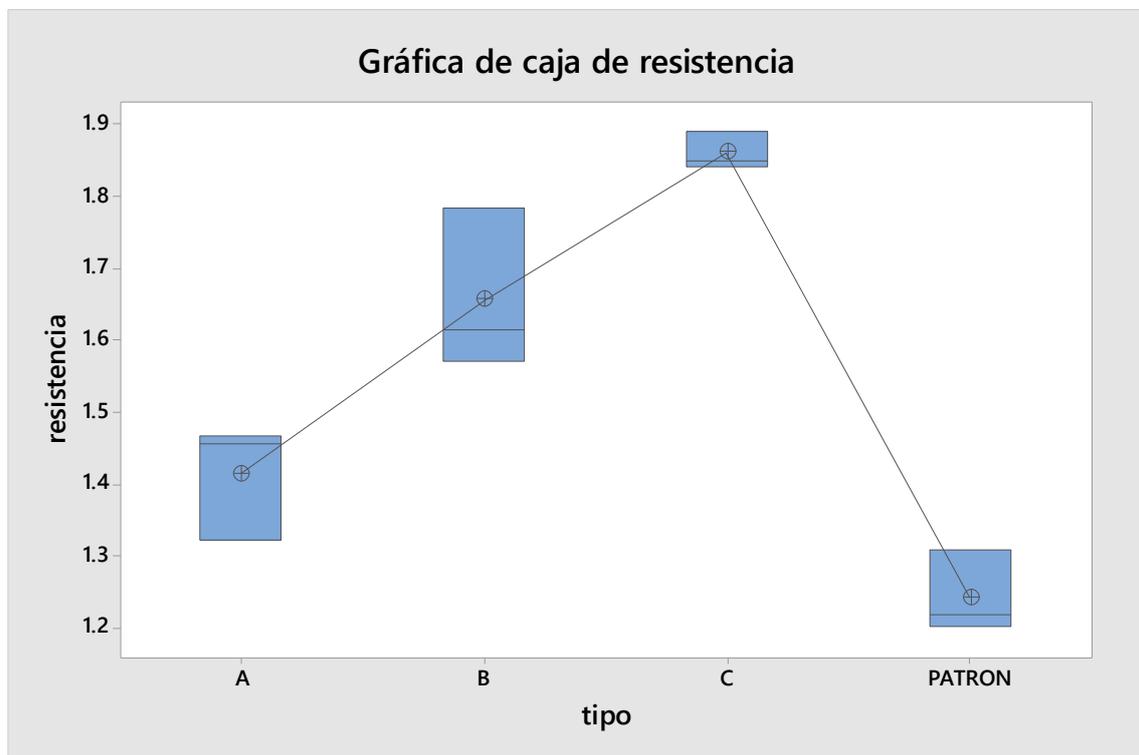
MUESTRAS	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
A	3	1.4138	0.0803	(1.3129; 1.5147)
B	3	1.6555	0.1120	(1.5546; 1.7564)
C	3	1.8604	0.0266	(1.7595; 1.9613)
PATRON	3	1.2414	0.0572	(1.1405; 1.3423)

Desv.Est. agrupada = 0.0757976

Fuente: Elaboración propia

Figura 12

Gráfica de caja de Resistencia a la flexión Kg/cm² por periodos



Fuente: Elaboración propia

Interpretaciones

En la tabla anterior se puede observar que, el resultado del análisis de varianza muestra que el p-valor fue de 0.00, menor al nivel de 0.05, por lo que se rechaza

la hipótesis de igualdad de promedios de las resistencias de componente diag. muretes (kg/cm²) de los tipos de muestras, por lo que al menos uno de ellos es diferente, a un 95% de confianza.

De la misma forma, en la tabla de medias se puede observar que la muestra del tipo C tiene mayor promedio de resistencia de componente diag. muretes (1.8604 kg/mc²).

4.4. Cuarto objetivo específico: en relación al cumplimiento de la incidencia de costos de la adición del mucilago de nopal en el mortero de cal.

Tabla 25

Método Estadístico propuesto

MÉTODO

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
PERIODO	3	147929	49309.6	53570.95	0.000
Error	11	10	0.9		
Total	14	147939			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27

Medías

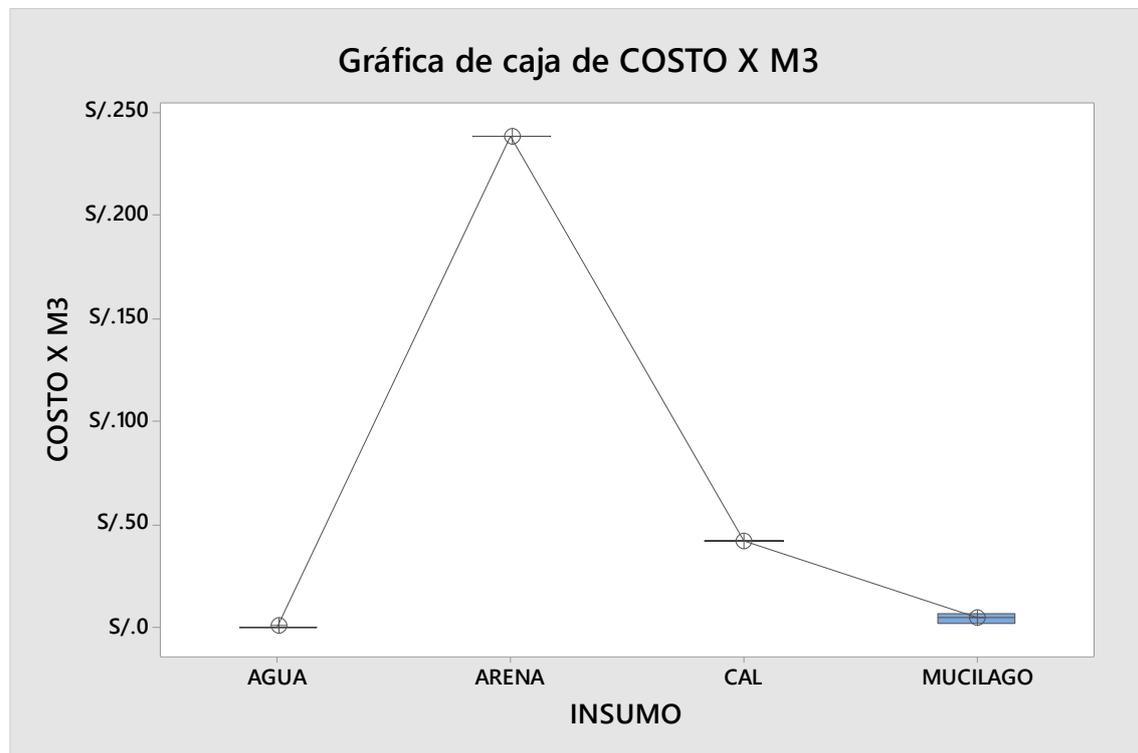
MUESTRAS	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
A	4	0.3600	0.0000	(-0.6958; 1.4158)
B	4	238.0	0.0	(236.9; 239.1)
C	4	41.60	0.00	(40.54; 42.66)
PATRON	3	4.50	2.25	(3.28; 5.72)

Desv.Est. agrupada = 0.959403

Fuente: Elaboración propia

Figura 11

Gráfica de caja de Resistencia a la flexión Kg/cm2 por periodos



Fuente: Elaboración propia

Interpretaciones

En la tabla anterior se puede observar que, el resultado del análisis de varianza muestra que el p-valor fue de 0.00, menor al nivel de 0.05, por lo que se rechaza

la hipótesis de igualdad de promedios de los costos por m³ de los tipos de mortero, por lo que al menos uno de ellos es diferente, a un 95% de confianza.

De la misma forma, en la tabla de medias se puede observar que el tipo de mortero C tiene mayor costo promedio por m³ (41.60 kg/mc²).

ANEXO 4: ANALISIS DE COSTOS

Tabla 1

Costos para la producción de mortero de cal patrón o convencional

MORTERO PATRON				
INSUMOS	UNID	CANTIDAD	PRECIO	COSTO X M3
CAL	M3	0.64	S/ 65.00	S/ 41.60
ARENA	BOLSA	14.00	S/ 17.00	S/ 238.00
AGUA	M3	0.18	S/ 2.00	S/ 0.36
TOTAL				S/ 279.96

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2

Costos para la producción de mortero de cal con adición de mucilago de nopal al 5%

MORTERO DE CAL CON ADICION DE MUCILAGO DE NOPAL AL 5%				
INSUMOS	UNID	CANTIDAD	PRECIO	COSTO X M3
CAL	M3	0.64	S/ 65.00	S/ 41.60
ARENA	BOLSA	14.00	S/ 17.00	S/ 238.00
AGUA	M3	0.18	S/ 2.00	S/ 0.36
MUCILAGO	LT	9	S/ 0.25	S/ 2.25
TOTAL				S/ 282.21

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3

Costos para la producción de mortero de cal con adición de mucilago de nopal al 10%

MORTERO DE CAL CON ADICION DE MUCILAGO DE NOPAL AL 10%				
INSUMOS	UNID	CANTIDAD	PRECIO	COSTO X M3
CAL	M3	0.64	S/ 65.00	S/ 41.60
ARENA	BOLSA	14.00	S/ 17.00	S/ 238.00
AGUA	M3	0.18	S/ 2.00	S/ 0.36
MUCILAGO	LT	18	S/ 0.25	S/ 4.50
TOTAL				S/ 284.46

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4

Costos para la producción de mortero de cal con adición de mucilago de nopal al 15%

MORTERO DE CAL CON ADICION DE MUCILAGO DE NOPAL AL 15%				
INSUMOS	UNID	CANTIDAD	PRECIO	COSTO X M3
CAL	M3	0.64	S/ 65.00	S/ 41.60
ARENA	BOLSA	14.00	S/ 17.00	S/ 238.00
AGUA	M3	0.18	S/ 2.00	S/ 0.36
MUCILAGO	LT	27	S/ 0.25	S/ 6.75
TOTAL				S/ 286.71

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5*Diferencias de costos para la producción de los morteros del estudio*

CUADRO COMPARATIVO DE PRECIOS		
TIPO DE MORTERO	COSTO X M3	DIFERENCIA DE COSTOS EN RELACION AL MORTERO PATRON
PATRON	S/ 279.96	0
A = 5%	S/ 282.21	S/ 2.25
B = 10%	S/ 284.46	S/ 4.50
C = 15%	S/ 286.71	S/ 6.75

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5: CONFIABILIDAD

TITULO: "Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del mortero de cal con la adición del mucilago de nopal (Opuntia ficus- Indica), Ayacucho 2022"

AUTOR: Giraldo Villar Rina Marleny.

Apellidos y nombres del experto: <i>Ricalde Torres Misael Pablo</i> Profesión: INGENIERO CIVIL N° de registro de CIP: <i>52815</i>
Instrumentos de evaluación: Aentamiento, Peso Unitario, Contenido de aire, Resistencia a la compresión de muestras cúbicas, pilas y muretes ; resistencia a la flexión de especímenes.

MUJ DEFICIENTE(1)		DEFICIENTE (2)	ACEPTABLE (3)	BUENO (4)	EXCELENTE(5)						
N°	CRITERIOS	INDICADORES					1	2	3	4	5
1	METODOLOGIA	Existe relación entre el instrumento y la técnica propuesta, cumplen con el objetivo de la investigación.									X
2	OBJETIVIDAD	Los item seleccionados permiten obtener la información sobre la variable: mortero de cal, en relación a sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.									X
3	COHERENCIA	Los item del instrumento guardan relación con los indicadores de las dimensiones de la viarble: mortero de cal									X
4	CONSISTENCIA	Gracias a la recolección de la información se podrá analizar, explicar, entender la problemática de la investigación.									X
5	PERTINENCIA	Existe relación entre los items con la escala valorativa del instrumento.									X
6	INTENCIONALIDAD	Los items del instrumento con direccionados con el tipo de investigación, enfocandose con los objetivos, hipótesis, etc									X
7	SUFICIENCIA	Cumplen en cantidad y calidad referente a la variable: mortero de cal, en concordancia a la variable con sus dimensiones e indicadores.									X
8	ACTUALIDAD	El instrumento estpa vigente con relación al conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: mortero de cal.									X
9	ORGANIZACIÓN	Se refleja la organización entre la definición operacional y conceptual en relación a la variable, en consecuencia existe Inferencia para el problema, objetivos e hipótesis de la Investigación.									X
10	CALRIDAD	Es entendible la redacción de los formatos, el lenguaje contiene términos técnicos de acuerdo a las muestras.									X
PUNTAJE TOTAL											50

AYACUCHO, 3 DE SETIEMBRE DEL 2022


 MISAEAL P. RICALDE TORRES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 52815

TITULO: "Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del mortero de cal con la adición del muclago de nopal (Opuntia ficus- indica), Ayacucho 2022"

AUTOR: Giraldo Villar Rina Marleny.

Apellidos y nombres del experto: <i>Calle Córdova Gustavo Emilio</i>
Profesión: INGENIERO CIVIL
N° de registro de CIP: <i>161139</i>
Instrumentos de evaluación: Aentamiento, Peso Unitario, Contenido de aire, Resistencia a la compresión de muestras cúbicas, pilas y muretes ; resistencia a la flexión de especímenes.

MUY DEFICIENTE(1)		DEFICIENTE (2)	ACEPTABLE (3)	BUENO (4)	EXCELENTE(5)				
N°	CRITERIOS	INDICADORES			1	2	3	4	5
1	METODOLOGIA	Existe relación entre el instrumento y la técnica propuesta, cumplen con el objetivo de la investigación.							X
2	OBJETIVIDAD	Los item seleccionados permiten obtener la información sobre la variable: mortero de cal, en relación a sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.							X
3	COHERENCIA	Los item del instrumento guardan relación con los indicadores de las dimensiones de la viarble: mortero de cal							X
4	CONSISTENCIA	Gracias a la recolección de la información se podrá analizar, explicar, entender la problemática de la investigación.							X
5	PERTINENCIA	Existe relación entre los items con la escala valorativa del instrumento.							X
6	INTENCIONALIDAD	Los Items del instrumento con direccionados con el tipo de investigación, enfocandose con los objetivos, hipótesis, etc							X
7	SUFICIENCIA	Cumplen en cantidad y calidad referente a la variable: mortero de cal, en corcondancia a la variable con sus dimensiones e indicadores.							X
8	ACTUALIDAD	El instrumento estpa vigente con relación al conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: mortero de cal.							X
9	ORGANIZACIÓN	Se refleja la organización entre la definición operacional y conceptual en relación a la variable, en consecuencia existe inferencia para el problema, objetivos e hipótesis de la investigación.							X
10	CALRIDAD	Es entendible la redacción de los formatos, el lenguaje contiene términos técnicos de acuerdo a las muestras.							X
PUNTAJE TOTAL									50

AYACUCHO, 3 DE SETIEMBRE DEL 2022



GUSTAVO CALLE CORDOVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 161139

TITULO: "Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del mortero de cal con la adición del mucílago de nopal (Opuntia ficus- indica), Ayacucho 2022"

AUTOR: Giraldo Villar Rina Marleny.

Apellidos y nombres del experto: NAÑA LUJAN JONY Profesión: INGENIERO CIVIL N° de registro de CIP: 53549
Instrumentos de evaluación: Aentamiento, Peso Unitario, Contenido de aire, Resistencia a la compresión de muestras cúbicas, pilas y muretes ; resistencia a la flexión de especímenes.

MUY DEFICIENTE(1)		DEFICIENTE (2)	ACEPTABLE (3)	BUENO (4)	EXCELENTE(5)				
N°	CRITERIOS	INDICADORES			1	2	3	4	5
1	METODOLOGIA	Existe relación entre el instrumento y la técnica propuesta, cumplen con el objetivo de la investigación.							X
2	OBJETIVIDAD	Los ítem seleccionados permiten obtener la información sobre la variable: mortero de cal, en relación a sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.							X
3	COHERENCIA	Los ítem del instrumento guardan relación con los indicadores de las dimensiones de la variable: mortero de cal							X
4	CONSISTENCIA	Gracias a la recolección de la información se podrá analizar, explicar, entender la problemática de la investigación.							X
5	PERTINENCIA	Existe relación entre los ítems con la escala valorativa del instrumento.							X
6	INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento con direccionados con el tipo de investigación, enfocándose con los objetivos, hipótesis, etc							X
7	SUFICIENCIA	Cumplen en cantidad y calidad referente a la variable: mortero de cal, en concordancia a la variable con sus dimensiones e indicadores.							X
8	ACTUALIDAD	El instrumento está vigente con relación al conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: mortero de cal.							X
9	ORGANIZACIÓN	Se refleja la organización entre la definición operacional y conceptual en relación a la variable, en consecuencia existe inferencia para el problema, objetivos e hipótesis de la investigación.							X
10	CLARIDAD	Es entendible la redacción de los formatos, el lenguaje contiene términos técnicos de acuerdo a las muestras.							X
PUNTAJE TOTAL									50

AYACUCHO, 3 DE SETIEMBRE DEL 2022


JONY NAÑA LUJAN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 53549

ANEXO 6: ENSAYOS DE LABORATORIO



AKHISE
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

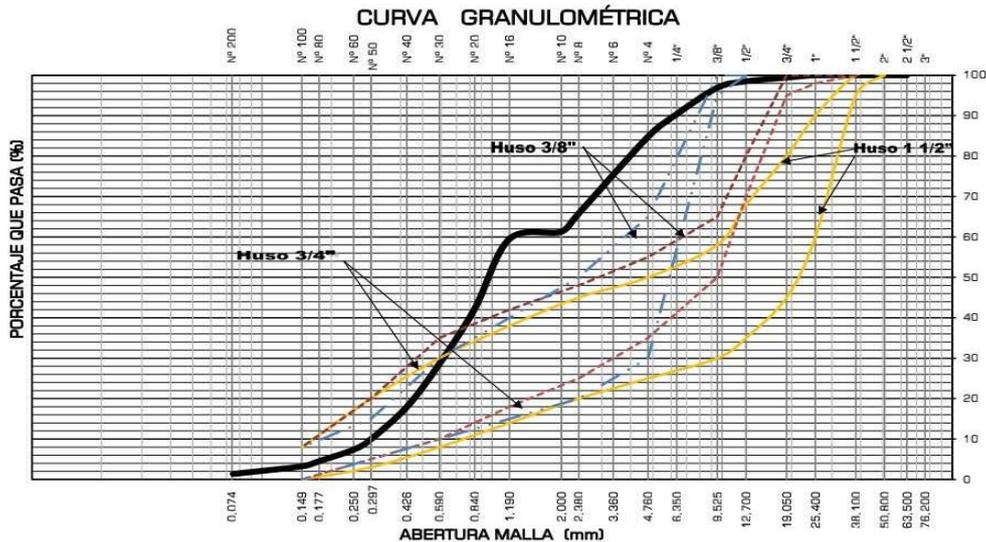
ANALISIS GRANULOMETRICO DEL HORMIGON (MTC E 204)

Proyecto : 'TESIS RINA'

Solicitante : BACH. RINA
Centers : CHILLICO
Material : ARENA GRUESA
Fecha : OCTUBRE 2022

Region : AYACUCHO
Provincia : HUAMANGA
Distrito : AYACUCHO
Lugar : AYACUCHO

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. LIM. TOTAL	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
3"	76.200		-	-	100.00		PESOS (gr) Peso seco inicial : 3700.00 Peso seco lavado : 3657.30 Pérdida por lavado : 42.7 ENSAYOS ESTÁNDARES % Grava : 15.2 % Arena : 83.4 % de Finos : 1.4 D ₁₀ = D _{at(mm)} = 0.2980 D ₃₀ (mm) = 0.6155 D ₆₀ (mm) = 1.4144 C _u = 4.7 C _c = 0.9 D ₁₅ (mm) = 0.3784 D ₅₀ (mm) = 0.9975 D ₈₅ (mm) = 4.8179 Clasificación SUCS : SP ARENA MAL GRADUADA CON GRAVA Tamaño Maximo (Pulg) [*] : 1 Tamaño Maximo Nominal (P) : 1/4 Módulo de Fineza : 3.52
2 1/2"	63.500		-	-	100.00		
2"	50.800		-	-	100.00		
1 1/2"	38.100	0	-	-	100.00		
1"	25.400	0	-	-	100.00		
3/4"	19.050	18.3	0.59	0.59	99.41		
1/2"	12.700	28.4	0.92	1.51	98.49		
3/8"	9.525	49.1	1.58	3.09	96.91		
1/4"	6.350	202.5	6.53	9.62	90.38		
Nº 4	4.760	173	5.58	15.20	84.80		
Nº 8	2.380	588.7	18.99	34.19	65.81		
Nº 10	2.000	139.8	4.51	38.70	61.30		
Nº 16	1.190	55.6	1.79	40.50	59.50		
Nº 20	0.840	535.7	17.28	57.78	42.22		
Nº 30	0.590	421.9	13.61	71.39	28.61		
Nº 40	0.426	330.4	10.66	82.05	17.95		
Nº 50	0.297	248.5	8.02	90.06	9.94		
Nº 60	0.250	79.4	2.56	92.62	7.38		
Nº 80	0.177	88.1	2.84	95.46	4.54		
Nº 100	0.149	39.9	1.29	96.75	3.25		
Nº 200	0.075	58	1.87	98.62	1.38		
Lavado		42.7	1.38	100.00			
TOTAL		3,100.00	100.00				



EQUIPOS DE MEDICIÓN			TAMICES						
EQ	Balanza	Balanza	Horno	Tamiz 2"	Tamiz 3/8"	Tamiz # 4	Tamiz # 10	Tamiz # 40	Tamiz #200
ID	SE6001F	R31P30	AUTCOMP	Forney	Forney	Forney	Forney	Forney	Forney
DESCRIPCIÓN DE AGREGADO									
LA MUESTRA FUE PROPORCIONADO POR LOS RESPONSABLES DEL PROYECTO.									
Elaborado por:									
Revisado por:									

Dirección: Jr. Pokras N° 693 Huamanga - Ayacucho, Tel: 066 634804 Rpm: #966113747, Claro: 967886578
Correo: akhise.ingenieria@gmail.com



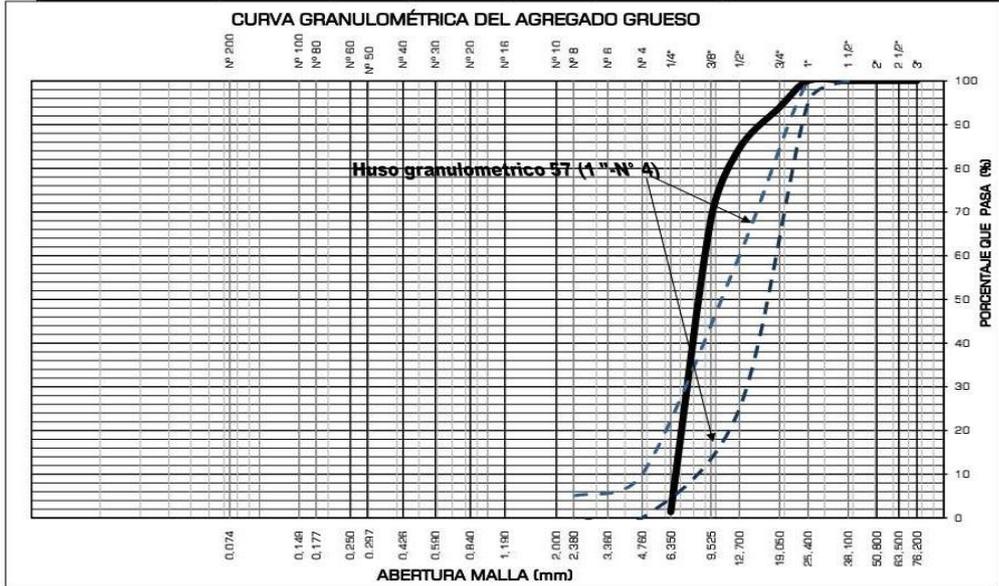
**ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO
(MTC E 204 - 2000)**

Proyecto : "TESIS RINA"

Solicitante : BACH. RINA
Cantera : CHILLICO
Material : GRAVA ZARANDEADA RETENIDA EN 1/4"
Fecha : OCTUBRE 2022

Region : AYACUCHO
Provincia : HUAMANGA
Distrito : AYACUCHO
Lugar : AYACUCHO

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO 57 (1" N°4)		DATOS DEL ANALISIS GRANULOMETRICO	
								PESOS (gr)	
3"	76.200	-	-	-	100.00			Peso seco inicial	302.4
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00			Peso seco lavado	298.3
2"	50.800	-	-	-	100.00			Pérdida por lavado	4.1
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00	100	100	ENSAYOS ESTÁNDAR	
1"	25.400	-	-	-	100.00	95	100	% Grava	98.6
3/4"	19.050	18.30	6.05	6.05	93.95	25	60	% Arena	0.0
1/2"	12.700	28.40	9.39	15.44	84.56			% de Finos	1.4
3/8"	9.525	49.10	16.24	31.68	68.32			D ₁₀ = D _{al(mm)} =	6.7597
1/4"	6.350	202.50	66.96	98.64	1.36	0	10	D _{30(mm)} =	7.7080
N° 4	4.760	-	-	98.64	1.36	0	5	D _{60(mm)} =	9.1305
N° 8	2.380	-	-	98.64	1.36			Cu =	1.35
N° 10	2.000	-	-	98.64	1.36			Cc =	0.96
N° 16	1.180	-	-	98.64	1.36			D _{15(mm)} =	6.9968
N° 20	0.840	-	-	98.64	1.36			D _{30(mm)} =	8.6563
N° 30	0.590	-	-	98.64	1.36			D _{60(mm)} =	12.9993
N° 40	0.426	-	-	98.64	1.36			Clasificación SUCS	GP
N° 50	0.297	-	-	98.64	1.36			GRAVA MAL GRADUADA	
N° 60	0.250	-	-	98.64	1.36			Tamaño Maximo	1"
N° 80	0.177	-	-	98.64	1.36			Tamaño Maximo Nominal	3/4"
N° 100	0.149	-	-	98.64	1.36			Gravedad especifica	2.49
N° 200	0.075	-	-	98.64	1.36			Módulo de Fineza	6.30
Lavado		4.11	1.36	100.00	-			Superficie especifica (cm ²)	11.34
TOTAL		302.4	100.0						



EQUIPOS DE MEDICION			TAMICES						
EQ	Balanza	Balanza	Horno	Tamiz 2"	Tamiz 3/8"	Tamiz # 4	Tamiz # 10	Tamiz # 40	Tamiz #200
ID	SE6001F	R31P30	AUTCMP	Forney	Forney	Forney	Forney	Forney	Forney

DESCRIPCION DE AGREGADO
LA MUESTRA FUE PROPORCIONADO POR LOS RESPONSABLES DEL PROYECTO.

Elaborado por: _____ Revisado por: _____

AKHISE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 Ing. Wilmar Aquino, JABOSOP
 CIP: 26864
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y FERRAMENTOS

Dirección: Jr. Pokras N° 693 Huamanga - Ayacucho, Tel: 066 634804 Rpm #966113747, Claro: 967886578
 Correo: akhise.ingenieria@gmail.com



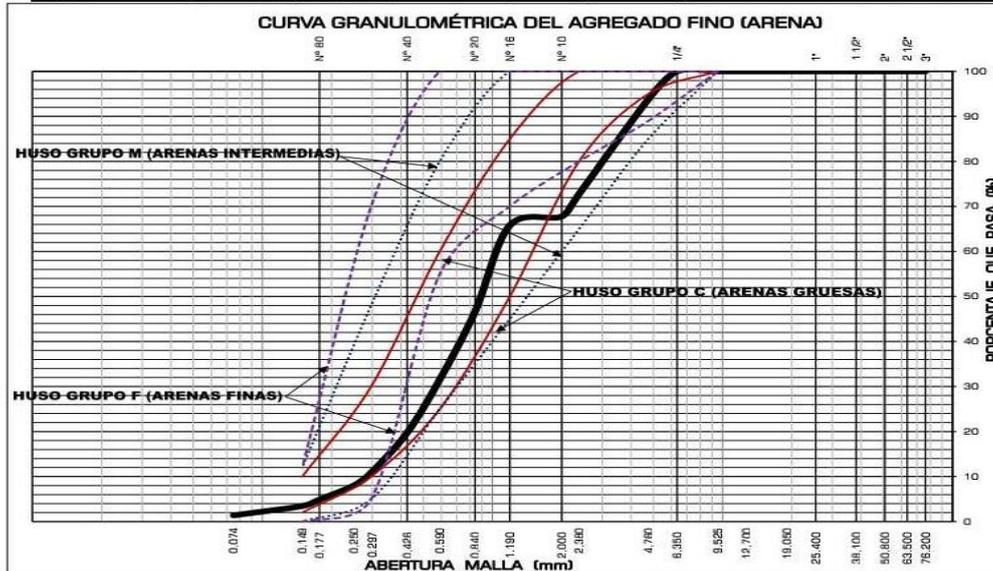
**ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO
(MTC E 204-2000)**

Proyecto : "TESIS RINA"

Solicitante : BACH. RINA
Cantera : UCHOCURUMI - POCOPONTO
Material : ARENA ZARANDEADA PASANTE POR 1/4"
Fecha : OCTUBRE 2022

Region : AYACUCHO
Provincia : HUAMANGA
Distrito : AYACUCHO
Lugar : AYACUCHO

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. LIM. TOTAL	DATOS DEL ANALISIS GRANULOMETRICO	
							PESOS (gr)	
3"	76.200	-	-	-	100.00			
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00			
2"	50.800	-	-	-	100.00			
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00			
1"	25.400	-	-	-	100.00			
3/4"	19.050	-	-	-	100.00			
1/2"	12.700	-	-	-	100.00			
3/8"	9.525	-	-	-	100.00			
1/4"	6.350	-	-	-	100.00	100		
N° 4	4.760	173.00	6.18	6.18	93.82	89 - 100	% Grava	6.2
N° 8	2.380	588.70	21.04	27.23	72.77	65 - 100	% Arena	92.4
N° 10	2.000	139.60	5.00	32.22	67.78	65 - 100	% de Finos	1.4
N° 16	1.190	55.60	1.99	34.21	65.79	45 - 100	$D_{10} = D_{60} =$	0.2827
N° 20	0.840	535.70	19.15	53.36	46.64	45 - 100	$C_u =$	3.84
N° 30	0.590	42.190	15.08	68.44	31.56	25 - 100	$C_c =$	1.05
N° 40	0.426	330.40	11.81	80.25	19.75	25 - 100	$D_{15} = D_{75} =$	0.3570
N° 50	0.297	248.50	8.88	89.13	10.87	5 - 70	$D_{30} = D_{85} =$	0.9014
N° 60	0.250	79.40	2.84	91.97	8.03	5 - 70	Clasificación SUCS	SP
N° 80	0.177	88.10	3.15	95.12	4.88	0 - 12	ARENA MAL GRADUADA	
N° 100	0.149	39.90	1.43	96.55	3.45	0 - 12	Gravedad especifica	2.58
N° 200	0.075	58.00	2.07	98.62	1.38	0 - 12	Módulo de Fineza	3.22
Lavado		38.6	1.38	100.00	0.00	0 - 12	Superficie especifica cm^2/g	43.6
TOTAL		2,797.59	100.00					



EQUIPOS DE MEDICION			TAMICES					
EQ	Balanza	Horno	Tamiz 2"	Tamiz 3/8"	Tamiz # 4	Tamiz # 10	Tamiz # 40	Tamiz # 200
ID	SE6C01F	R31P30	ALTCOMP	Forney	Forney	Forney	Forney	Forney

DESCRIPCION DE AGREGADO
LA MUESTRA FUE PROPORCIONADO POR LOS RESPONSABLES DEL PROYECTO.

Elaborado por: _____ Revisado por: _____

AKHISE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.S.
 Ing. Welber Aquise Janampa
 CIP: 250044
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y FERRAMENTOS



PESO UNITARIO DEL HORMIGON (MTC E 203 - 2000)

Proyecto : "TESIS RINA"

Solicitante : BACH. RINA
Cantera : CHILLICO
Material : ARENA GRUESA
Fecha : OCTUBRE 2022

Región : AYACUCHO
Provincia : HUAMANGA
Distrito : AYACUCHO
Lugar : AYACUCHO

HORMIGON			
PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)			
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02	Ensayo Nº 03
A Peso Molde (gr)	2,766.0	2,766.0	2,766.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	7,025.0	7,110.0	7,103.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4,259.0	4,344.0	4,337.0
D Volumen del Molde (cm ³)	2,831.7	2,831.7	2,831.7
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m ³) = (C)/(D)	1,504	1,534	1,532
PROMEDIO PUSS (Kg/m³)	1,523		
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO			
Nº DE ENSAYO	Ensayo Nº 01	Ensayo Nº 02	Ensayo Nº 03
A Peso Molde (gr)	2,766.0	2,766.0	2,766.0
B Peso Agregado + Molde (gr)	7,248.0	7,267.0	7,258.0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4,482.0	4,501.0	4,492.0
D Volumen del Molde (cm ³)	2,831.7	2,831.7	2,831.7
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m ³) = (C)/(D)	1,583	1,590	1,586
PROMEDIO PUCS (Kg/m³)	1,586		

EQUIPOS DE MEDICIÓN				MOLDE PESO UNITARIO	
EQ	Balanza	Balanza	Horno	MOLDE DE 1/3	MOLDE DE 1/10
ID	SE6001F	R31P30	AUTCOMP	PINZUAR	PINZUAR

DESCRIPCIÓN DE AGREGADO

LA MUESTRA FUE PROPORCIONADO POR LOS RESPONSABLES DEL PROYECTO.

Elaborado por:

Revisado por:

AKHISE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
Ing. Wehner Aquiso Janampa
CIP. 236644
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS



PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS

Proyecto : "TESIS RINA"

Solicitante : BACH. RINA
Cantera : CHILLICO
Material : ARENA GRUESA
Fecha : OCTUBRE 2022

Region : AYACUCHO
Provincia : HUAMANGA
Distrito : AYACUCHO
Lugar : AYACUCHO

AGREGADO GRUESO (MTC E 206 - 2000, NTP 400.021)

OBJETIVO: Obtencion de los Pesos Especificos aparente y nominal, asi como la absorcion despues de 24 horas de sumergidos en agua.

DEFINICIONES: En un solido permeable, si se incluye en su volumen la parte de vacios accesibles al agua en las condiciones que se establezcan, se define el volumen denominado aparente, si se excluye este volumen de vacios al volumen resultante, se le denomina nominal.

IDENTIFICACIÓN		ENSAYO Nº 01	ENSAYO Nº 02	ENSAYO Nº 03	PROMEDIO
A	Peso en el aire de la muestra seca (gr)	900.80	902.10		
B	Peso en el aire de la muestra SSS (gr)	905.90	907.00		
C	Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	548.40	552.10		
	Peso Especifico Aparente = $A/(B-C)$	2.52	2.54		2.53
	Peso Especifico Aparente SSS = $B/(B-C)$	2.53	2.56		2.54
	Peso Especifico Nominal = $A/(A-C)$	2.56	2.58		2.57
	% de Absorción = $((B - A)/A) \times 100$	0.57	0.54		0.55

AGREGADO FINO (MTC E 205 - 2000)

IDENTIFICACIÓN		ENSAYO Nº 01	ENSAYO Nº 02	ENSAYO Nº 03	PROMEDIO
A	Peso al aire de la muestra secada (gr)	196.57	196.81		
B	Peso del Picnometro aforado lleno de agua (gr)	364.62	366.43		
C	Peso del Picnometro con la muestra y agua (gr)	488.58	492.67		
D	Peso de la muestra en SSS (gr)	200.02	200.75		
	Peso Especifico Aparente = $A/(B-C+S)$	2.58	2.57		2.58
	Peso Especifico Aparente SSS = $S/(B-C+S)$	2.63	2.62		2.63
	Peso Especifico Nominal = $A/(A-C+B)$	2.71	2.71		2.71
	% de Absorción = $((S - A)/A) \times 100$	1.76	2.00		1.88

Porcentaje Retenido en la Malla Nº4 (%)	15.20
Porcentaje que pasa la Malla Nº4 (%)	84.80
Gravedad especifica del Hormigon	2.57
% Absorcion del Hormigon	1.38

EQUIPOS DE MEDICIÓN

EQ	Balanza	Balanza	Horno		
ID	SE6001F	R31P30	AUTCOMP		

DESCRIPCIÓN DE AGREGADO

LA MUESTRA FUE PROPORCIONADO POR LOS RESPONSABLES DEL PROYECTO.

Elaborado por:	Revisado por:



Proyecto : "TESIS RINA"

Solicitante : BACH. RINA

Cantera : CHILLICO

Material : ARENA GRUESA

Fecha : OCTUBRE 2022

Region : AYACUCHO

Provincia : HUAMANGA

Distrito : AYACUCHO

Lugar : AYACUCHO

PORCENTAJE DE VACIOS			
IDENTIFICACIÓN		HORMIGÓN	
A	Peso Unitario Suelto Seco (gr/cm ³)	1,523	
B	Peso Unitario Compactado Seco (gr/cm ³)	1,586	
C	Gravedad Especifica de Masa	2.57	
D	Peso de los Sólidos (gr)	2,571	
Porcentaje de Vacios (%) Agregado suelto		40.8	
Porcentaje de Vacios (%) Agregado varillado		38.3	
CONTENIDO DE HUMEDAD, ABSORCION EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL			
IDENTIFICACIÓN		HORMIGÓN	
A	Peso Humedo de la muestra (gr)	77.79	73.20
B	Peso Seco de la muestra (gr)	74.99	70.62
C	Peso del agua en la muestra (gr)	2.80	2.58
D	% de absorcion	2.17	
Contenido de Humedad (%)		3.73	3.65
Contenido de Humedad (%)		3.69	
Absorcion Efectiva (%)		-	
Humedad Superficial (%)		1.53	

Nota: El agregado fue muestreado en obra, cuya humedad en ese momento fue la que se determina

EQUIPOS DE MEDICIÓN			
EQ	Balanza	Balanza	Horno
ID	SE6001F	R31P30	AUTCOMP
DESCRIPCIÓN DE AGREGADO			
LA MUESTRA FUE PROPORCIONADO POR LOS RESPONSABLES DEL PROYECTO.			
Elaborado por:		Revisado por:	

ENSAYO DE LABORATORIO

**ASENTAMIENTO DEL MORTERO DE CAL POR EL METODO DEL CONO DE ABRAMS
(ASTM C143, NTP 339.035)**

TESIS:	"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CAL ADICIONANDO MUCILAGO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS INDICA), AYACUCHO 2002"				
AUTOR:	GIRALDO VILLAR RINA MARLENY			REGISTRO:	001
DEPARTAMENTO:	AYACUCHO	PROVINCIA:	HUAMANGA	FECHA:	NOVIEMBRE 2022
DISTRITO:	AYACUCHO	LOCALIDAD:	AYACUCHO		

1. MUESTRA	
MATERIAL:	MORTERO DE CAL

N°	MUESTRA	1	2	3	4	5
1	PATRON	1	1.3	1.3	1.4	1.5
2	A	1.5	2.6	2.6	2	1.4
3	B	4.4	4	4	3.5	4.2
4	C	15.3	14.6	14.6	13.6	14.8

AKHISE INGENIERIA Y CONSTRUCCION
S.A.C.
Welhner Aquise Janampa
Ing. Welhner Aquise Janampa
CIP. 266644
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE LABORATORIO

PESO UNITARIO DEL MORTERO DE CAL (ASTM C138, NTP 339.046)

TESIS:	"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CAL ADICIONANDO MUCILAGO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS INDICA), AYACUCHO 2002"				
AUTOR:	GIRALDO VILLAR RINA MARLENY			REGISTRO:	002
DEPARTAMENTO:	AYACUCHO	PROVINCIA:	HUAMANGA	FECHA:	NOVIEMBRE 2022
DISTRITO:	AYACUCHO	LOCALIDAD:	AYACUCHO		

1. MUESTRA	
MATERIAL:	MORTERO DE CAL

N°	MUESTRA	Peso del molde (kg)	Peso del molde + Mortero de cal compactado (kg)	Peso del mortero (kg)	Peso unitario del Mortero de cal (kg/m3)
1	PATRON	2.275	8.1445	5.87	2097.00
2	PATRON	2.275	8.1585	5.88	2102.00
3	PATRON	2.275	8.1361	5.86	2094.00
4	PATRON	2.275	8.1165	5.84	2087.00
5	A	2.28	9.644	7.36	2630.00
6	A	2.28	9.6972	7.42	2649.00
7	A	2.28	9.686	7.41	2645.00
8	A	2.28	9.7028	7.42	2651.00
9	B	2.275	9.5664	7.29	2605.00
10	B	2.275	9.5776	7.30	2609.00
11	B	2.275	9.586	7.31	2612.00
12	B	2.275	9.6028	7.33	2618.00
13	C	2.28	9.5628	7.28	2601.00
14	C	2.28	9.5544	7.27	2598.00
15	C	2.28	9.5796	7.30	2607.00
16	C	2.28	9.5684	7.29	2603.00

AKHISE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 Ing. Welhner Aquisé Janampa
 CIP. 268644
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE LABORATORIO

CONTENIDO DE AIRE DEL MORTERO DE CAL C231, NTP 339.046)	(ASTM
--------------------------------------------------------------------------	--------------

TESIS:	"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CAL ADICIONANDO MUCILAGO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS INDICA), AYACUCHO 2002"				
AUTOR:	GIRALDO VILLAR RINA MARLENY			REGISTRO:	003
DEPARTAMENTO:	AYACUCHO	PROVINCIA:	HUAMANGA	FECHA:	NOVIEMBRE 2022
DISTRITO:	AYACUCHO	LOCALIDAD:	AYACUCHO		

1. MUESTRA	
MATERIAL:	MORTERO DE CAL

N°	MUESTRA	1	2	3	4	5
1	PATRON	5.14%	4.56%	3.87%	3.67%	4.43%
2	A	3.41%	4.18%	3.08%	3.16%	3.33%
3	B	5.79%	5.23%	5.61%	5.39%	5.57%
4	C	6.48%	6.49%	7.40%	8.04%	7.36%

AKHISE INGENIERIA Y CONSTRUCCION
 S.A.C.
 Ing. Wehner Aquise Janampa
 CIP: 266644
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE LABORATORIO

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN PRISMAS

TESIS:	"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CAL ADICIONANDO MUCILAGO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS INDICA), AYACUCHO 2002"					
AUTOR:	GIRALDO VILLAR RINA MARLENY					
DEPARTAMENTO:	AYACUCHO	PROVINCIA:	HUAMANGA			
DISTRITO:	AYACUCHO	LOCALIDAD:	AYACUCHO			
					REGISTRO:	004
					FECHA:	NOVIEMBRE 2022

1. MUESTRA	
MATERIAL:	MORTERO DE CAL

N°	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE RUPTURA	DIMENSIONES - CM			TIPO DE FALLA	CARGA KG	RESISTENCIA KG/CM2
			L	A	AREA			
P1	14/10/2022	28/10/2022	5.1	5	25.5	CORTE	373.45	14.65
P2	14/10/2022	28/10/2022	4.9	5	24.5	CORTE	368.79	15.05
P3	14/10/2022	28/10/2022	5	5	25	CORTE	366.57	14.66
A1	14/10/2022	28/10/2022	5	5	25	CORTE	456.12	18.24
A2	14/10/2022	28/10/2022	5	4.9	24.5	CORTE	450.08	18.37
A3	14/10/2022	28/10/2022	4.9	5	24.5	CORTE	451.02	18.41
B1	14/10/2022	28/10/2022	5	5	25	CORTE	540.22	21.61
B2	14/10/2022	28/10/2022	5	5	25	CORTE	539.88	21.60
B3	14/10/2022	28/10/2022	4.8	5	24	CORTE	523.40	21.81
C1	14/10/2022	28/10/2022	5	5	25	CORTE	415.62	16.62
C2	14/10/2022	28/10/2022	5	5	25	CORTE	420.34	16.81
C3	14/10/2022	28/10/2022	5	4.9	24.5	CORTE	417.81	17.05

AKHISE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.
 Ing. Welhner Aquise Janampa
 CIP: 200044
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE LABORATORIO

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN PRISMAS

TESIS:	"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CAL ADICIONANDO MUCILAGO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS INDICA), AYACUCHO 2002"			
AUTOR:	GIRALDO VILLAR RINA MARLENY			
DEPARTAMENTO:	AYACUCHO	PROVINCIA:	HUAMANGA	
DISTRITO:	AYACUCHO	LOCALIDAD:	AYACUCHO	
		REGISTRO:	005	
		FECHA:	NOVIEMBRE 2022	

1. MUESTRA	
MATERIAL:	MORTERO DE CAL

N°	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE RUPTURA	DIMENSIONES - CM			TIPO DE FALLA	CARGA KG	RESISTENCIA KG/CM2
			L	A	AREA			
P4	14/10/2022	04/11/2022	5.1	4.8	24.48	CORTE	380.45	15.54
P5	14/10/2022	04/11/2022	5	5	25	CORTE	380.56	15.22
P6	14/10/2022	04/11/2022	5	5	25	CORTE	381.33	15.25
A4	14/10/2022	04/11/2022	5	5	25	CORTE	462.31	18.49
A5	14/10/2022	04/11/2022	5	5	25	CORTE	470.34	18.81
A6	14/10/2022	04/11/2022	5	4.8	24	CORTE	485.16	20.22
B4	14/10/2022	04/11/2022	5	5	25	CORTE	536.75	21.47
B5	14/10/2022	04/11/2022	5	4.9	24.5	CORTE	548.72	22.40
B6	14/10/2022	04/11/2022	5	5	25	CORTE	551.83	22.07
C4	14/10/2022	04/11/2022	4.9	5	24.5	CORTE	420.34	17.16
C5	14/10/2022	04/11/2022	5	5	25	CORTE	421.46	16.86
C6	14/10/2022	04/11/2022	5	5	25	CORTE	427.61	17.10

ENSAYO DE LABORATORIO

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN PRISMAS

TESIS:	"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CAL ADICIONANDO MUCILAGO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS INDICA), AYACUCHO 2002"					
AUTOR:	GIRALDO VILLAR RINA MARLENY				REGISTRO:	006
DEPARTAMENTO:	AYACUCHO	PROVINCIA:	HUAMANGA	FECHA:	NOVIEMBRE 2022	
DISTRITO:	AYACUCHO	LOCALIDAD:	AYACUCHO			

1. MUESTRA	
MATERIAL:	MORTERO DE CAL

N°	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE RUPTURA	DIMENSIONES - CM			TIPO DE FALLA	CARGA KG	RESISTENCIA KG/CM2
			L	A	AREA			
P7	14/10/2022	11/11/2022	5.1	4.8	24.48	CORTE	380.45	15.54
P8	14/10/2022	11/11/2022	5	5	25	CORTE	380.56	15.22
P9	14/10/2022	11/11/2022	5	5	25	CORTE	381.33	15.25
A7	14/10/2022	11/11/2022	5	5	25	CORTE	462.31	18.49
A8	14/10/2022	11/11/2022	5	5	25	CORTE	470.34	18.81
A9	14/10/2022	11/11/2022	5	4.8	24	CORTE	485.16	20.22
B7	14/10/2022	11/11/2022	5	5	25	CORTE	536.75	21.47
B8	14/10/2022	11/11/2022	5	4.9	24.5	CORTE	548.72	22.40
B9	14/10/2022	11/11/2022	5	5	25	CORTE	551.83	22.07
C7	14/10/2022	11/11/2022	4.9	5	24.5	CORTE	420.34	17.16
C8	14/10/2022	11/11/2022	5	5	25	CORTE	421.46	16.86
C9	14/10/2022	11/11/2022	5	5	25	CORTE	427.61	17.10

AKHISE INGENIERIA Y CONSTRUCCION
S.A.C.
Ing. Welhner Aquise Janampa
CIP. 266644
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE LABORATORIO

RESISTENCIA A LA FLEXION EN ESPECIMENES

TESIS:	"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CAL ADICIONANDO MUCILAGO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS INDICA), AYACUCHO 2002"			
AUTOR:	GIRALDO VILLAR RINA MARLENY			
DEPARTAMENTO:	AYACUCHO	PROVINCIA:	HUAMANGA	
DISTRITO:	AYACUCHO	LOCALIDAD:	AYACUCHO	
		REGISTRO:	007	
		FECHA:	NOVIEMBRE 2022	

1. MUESTRA	
MATERIAL:	MORTERO DE CAL

N°	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE RUPTURA	DIMENSIONES - CM			TIPO DE FALLA	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	RESISTENCIA KG/CM2
			L	A	H				
P7	14/10/2022	28/10/2022	15.8	4	4	TERCIO CENTRAL	63.20	199.08	3.15
P8	14/10/2022	28/10/2022	15.9	4	4	TERCIO CENTRAL	63.60	197.42	3.10
P9	14/10/2022	28/10/2022	15.8	4	4	TERCIO CENTRAL	63.20	198.56	3.14
A7	14/10/2022	28/10/2022	15.9	4	4	TERCIO CENTRAL	63.60	256.308	4.03
A8	14/10/2022	28/10/2022	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64.00	239.36	3.74
A9	14/10/2022	28/10/2022	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64.00	259.84	4.06
B7	14/10/2022	28/10/2022	15.8	4	4	TERCIO CENTRAL	63.20	286.928	4.54
B8	14/10/2022	28/10/2022	15.9	4	4	TERCIO CENTRAL	63.60	297.648	4.68
B9	14/10/2022	28/10/2022	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64.00	291.84	4.56
C7	14/10/2022	28/10/2022	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64.00	208.64	3.26
C8	14/10/2022	28/10/2022	15.9	4	4	TERCIO CENTRAL	63.60	226.416	3.56
C9	14/10/2022	28/10/2022	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64.00	195.2	3.05

ENSAYO DE LABORATORIO

RESISTENCIA A LA FLEXION EN ESPECIMENES

TESIS:	"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CAL ADICIONANDO MUCILAGO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS INDICA), AYACUCHO 2002"			
AUTOR:	GIRALDO VILLAR RINA MARLENY			
DEPARTAMENTO:	AYACUCHO	PROVINCIA:	HUAMANGA	
DISTRITO:	AYACUCHO	LOCALIDAD:	AYACUCHO	
REGISTRO:	008			
FECHA:	NOVIEMBRE 2022			

1. MUESTRA	
MATERIAL:	MORTERO DE CAL

N°	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE RUPTURA	DIMENSIONES - CM			TIPO DE FALLA	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	RESISTENCIA KG/CM2
			L	A	H				
P7	14/10/2022	04/11/2022	15.8	4	4	TERCIO CENTRAL	63.20	203.56	3.22
P8	14/10/2022	04/11/2022	15.7	4	4	TERCIO CENTRAL	62.80	231.732	3.69
P9	14/10/2022	04/11/2022	15.8	4	4	TERCIO CENTRAL	63.20	190.232	3.01
A7	14/10/2022	04/11/2022	15.8	4	4	TERCIO CENTRAL	63.20	267.336	4.23
A8	14/10/2022	04/11/2022	15.9	4	4	TERCIO CENTRAL	63.60	293.832	4.62
A9	14/10/2022	04/11/2022	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64.00	258.56	4.04
B7	14/10/2022	04/11/2022	15.9	4	4	TERCIO CENTRAL	63.60	296.376	4.66
B8	14/10/2022	04/11/2022	15.8	4	4	TERCIO CENTRAL	63.20	302.096	4.78
B9	14/10/2022	04/11/2022	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64.00	293.76	4.59
C7	14/10/2022	04/11/2022	15.9	4	4	TERCIO CENTRAL	63.60	237.864	3.74
C8	14/10/2022	04/11/2022	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64.00	248.96	3.89
C9	14/10/2022	04/11/2022	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64.00	199.04	3.11

AKHISE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

 Ing. Welhner Aquise Janampa
 CIP. 266044
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE LABORATORIO

RESISTENCIA A LA FLEXION EN ESPECIMENES

TESIS:	"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CAL ADICIONANDO MUCILAGO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS INDICA), AYACUCHO 2002"			
AUTOR:	GIRALDO VILLAR RINA MARLENY			
DEPARTAMENTO:	AYACUCHO	PROVINCIA:	HUAMANGA	
DISTRITO:	AYACUCHO	LOCALIDAD:	AYACUCHO	
REGISTRO:	009			
FECHA:	NOVIEMBRE 2022			

1. MUESTRA	
MATERIAL:	MORTERO DE CAL

N°	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE RUPTURA	DIMENSIONES - CM			TIPO DE FALLA	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	RESISTENCIA KG/CM2
			L	A	H				
P7	14/10/2022	11/11/2022	15.8	4	4	TERCIO CENTRAL	63.20	259.752	4.11
P8	14/10/2022	11/11/2022	15.8	4	4	TERCIO CENTRAL	63.20	285.032	4.51
P9	14/10/2022	11/11/2022	15.8	4	4	TERCIO CENTRAL	63.20	280.608	4.44
A7	14/10/2022	11/11/2022	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64.00	361.6	5.65
A8	14/10/2022	11/11/2022	15.9	4	4	TERCIO CENTRAL	63.60	367.608	5.78
A9	14/10/2022	11/11/2022	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64.00	376.96	5.89
B7	14/10/2022	11/11/2022	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64.00	403.2	6.30
B8	14/10/2022	11/11/2022	15.8	4	4	TERCIO CENTRAL	63.20	389.312	6.16
B9	14/10/2022	11/11/2022	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64.00	449.92	7.03
C7	14/10/2022	11/11/2022	15.9	4	4	TERCIO CENTRAL	63.60	480.816	7.56
C8	14/10/2022	11/11/2022	15.9	4	4	TERCIO CENTRAL	63.60	457.284	7.19
C9	14/10/2022	11/11/2022	16	4	4	TERCIO CENTRAL	64.00	526.72	8.23

AKHISE INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.A.C.

 Ing. Welhner Aquisé Janampa
 CIP. 266644
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE LABORATORIO

RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL EN PILAS

TESIS:	"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CAL ADICIONANDO MUCILAGO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS INDICA), AYACUCHO 2002"			
AUTOR:	GIRALDO VILLAR RINA MARLENY			
DEPARTAMENTO:	AYACUCHO	PROVINCIA:	HUAMANGA	
DISTRITO:	AYACUCHO	LOCALIDAD:	AYACUCHO	
		REGISTRO:	010	
		FECHA:	NOVIEMBRE 2022	

1. MUESTRA	
MATERIAL:	MORTERO DE CAL

N°	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE RUPTURA	DIMENSIONES - CM			TIPO DE FALLA	AREA BRUTA CM2	CARGA KG	RESISTENCIA KG/CM2
			L	A	H				
P	16/10/2022	13/11/2022	24.3	13.1	29	TERCIO CENTRAL	318.33	3528	11.08
P	16/10/2022	13/11/2022	24.5	13.2	28	TERCIO CENTRAL	323.40	3522	10.89
P	16/10/2022	13/11/2022	24.2	13.2	27.5	TERCIO CENTRAL	319.44	3612	11.31
A	16/10/2022	13/11/2022	24.6	13.3	30.3	TERCIO CENTRAL	327.18	3857	11.79
A	16/10/2022	13/11/2022	24.2	13.1	29.5	TERCIO CENTRAL	317.02	3903	12.31
A	16/10/2022	13/11/2022	24.3	13.4	30.5	TERCIO CENTRAL	325.62	3794	11.65
B	16/10/2022	13/11/2022	24.2	13.2	31	TERCIO CENTRAL	319.44	4893	15.32
B	16/10/2022	13/11/2022	24.2	13.3	30.8	TERCIO CENTRAL	321.86	4984	15.48
B	16/10/2022	13/11/2022	24.4	13.4	31	TERCIO CENTRAL	326.96	4827	14.76
C	16/10/2022	13/11/2022	24.3	13.5	30.6	TERCIO CENTRAL	328.05	5899	17.98
C	16/10/2022	13/11/2022	24.4	13.2	29.4	TERCIO CENTRAL	322.08	5856	18.18
C	16/10/2022	13/11/2022	24.2	13.4	29.7	TERCIO CENTRAL	324.28	5891	18.17

ENSAYO DE LABORATORIO

RESISTENCIA A LA COMPRESION DIAGONAL DE MURETES

TESIS:	"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL MORTERO DE CAL ADICIONANDO MUCILAGO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS INDICA), AYACUCHO 2002"			
AUTOR:	GIRALDO VILLAR RINA MARLENY			
DEPARTAMENTO:	AYACUCHO	PROVINCIA:	HUAMANGA	
DISTRITO:	AYACUCHO	LOCALIDAD:	AYACUCHO	
		REGISTRO:	011	
		FECHA:	NOVIEMBRE 2022	

1. MUESTRA	
MATERIAL:	MORTERO DE CAL

N°	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE RUPTURA	DIMENSIONES - CM			AREA BRUTA CM2	CARGA KG	V'm kg/Cm2
			L	A	H			
P	17/10/2022	14/11/2022	65.3	62.2	13.4	833.48	1000.18	1.20
P	17/10/2022	14/11/2022	64.8	62.5	13.5	843.75	1102.56	1.31
P	17/10/2022	14/11/2022	63.2	61.8	13.1	809.58	985.67	1.22
A	17/10/2022	14/11/2022	63.7	63	13.5	850.50	1123.82	1.32
A	17/10/2022	14/11/2022	64.8	62.5	13.2	825.00	1209.34	1.47
A	17/10/2022	14/11/2022	65	61.4	13.2	810.48	1178.54	1.45
B	17/10/2022	14/11/2022	63.5	63.2	13.4	846.88	1367.28	1.61
B	17/10/2022	14/11/2022	63.8	62.7	13.6	852.72	1338.51	1.57
B	17/10/2022	14/11/2022	63.4	61.9	13.2	817.08	1456.23	1.78
C	17/10/2022	14/11/2022	65.8	63.1	13.4	845.54	1556.83	1.84
C	17/10/2022	14/11/2022	65.6	62.6	13.3	832.58	1539.58	1.85
C	17/10/2022	14/11/2022	65.3	62.3	13.4	834.82	1578.51	1.89

AKHISE INGENIERIA Y CONSTRUCCION
S.A.C.
Ing. Welhner Aquise Janampa
CIP. 266644
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANEXO 8: NORMATIVA

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 400.012
2013 (revisada el 2018)**

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

**AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado
fino, grueso y global**

AGGREGATES. Standard test method for sieve analysis of fine, coarse and global aggregates

**2018-06-27
3ª Edición**

R.D. N° 016-2018-INACAL/DN. Publicada el 2018-07-18

Precio basado en 15 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Agregado, agregado grueso, agregado fino, gradación, tamizado, análisis granulométrico

© INACAL 2018

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados

AGGREGATE. Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C 29/C29M-2009 Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate. Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

**2011-02-02
3ª Edición**

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino

AGGREGATES. Standard test method Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C 128-2012 Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate. Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

2013-12-26
3ª Edición

R.0113-2013/CNB-INDECOPI. Publicada el 2014-01-16 Precio basado en 20 páginas
I.C.S.: 91.100.30 **ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**
Descriptor: absorción, agregado, densidad aparente, densidad relativa aparente, densidad, agregado fino; densidad relativa, gravedad específica

HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland

CONCRETE. Standard test method for measure slump of Portland cement concrete

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C 143/C143-2008 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

2009-12-23
3ª Edición

HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)

CONCRETE. Standard test method for density (unit weight), yield, and air content (gravimetric) of concrete

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C138 / C138M - 08 Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

**2008-09-03
2ª Edición**

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**PNT 339.080
2017**

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión

CONCRETO. Método de prueba estándar para determinar el contenido de aire del concreto recién mezclado por la presión método

**2017-12-27
3ª Edición**

RD N° 057-2017-INACAL/DN. Publicada el 2018-01-03

Precio basado en 31 paginas

SCI: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Contenido de aire; calibracion concreto; factor de corrección; recipiente de medida; presión; bomba; peso unitario

© INACAL 2017

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 339.034
2008

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

CONCRETE . Standard Test method for Compressive Strength of cylindrical concrete specimens

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C39/C39M-05e1 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

2008-01-02
3ª Edición

R.001-2008/INDECOPI-CRT. Publicada el 2008-01-25

Precio basado en 18 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Hormigón, concreto, resistencia, resistencia a la compresión, muestras cilíndricas

CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo

CONCRETE. Standard test method for flexural strength of concrete (using simple beam with center-point loading)

**2012-09-26
3ª Edición**

ANEXO 9: PANEL FOTOGRAFICO



Figura N° 01: Recolección de penca de nopal



Figura N° 02: Preparando las pencas de nopal para proceder a cortar en trozos



Figura N° 03: Remojo de los trozos de penca de nopal



Figura N° 04: Remojo de los trozos de penca de nopal



Figura N° 05: Obtención final del mucílago de nopal



Figura N° 06: Obtención final del mucílago de nopal



Figura N° 07: Cuarteo del agregado fino para la realización del ensayo de granulometría



Figura N° 08: Peso unitario del agregado fino



Figura N° 09: Gravedad específica del agregado fino

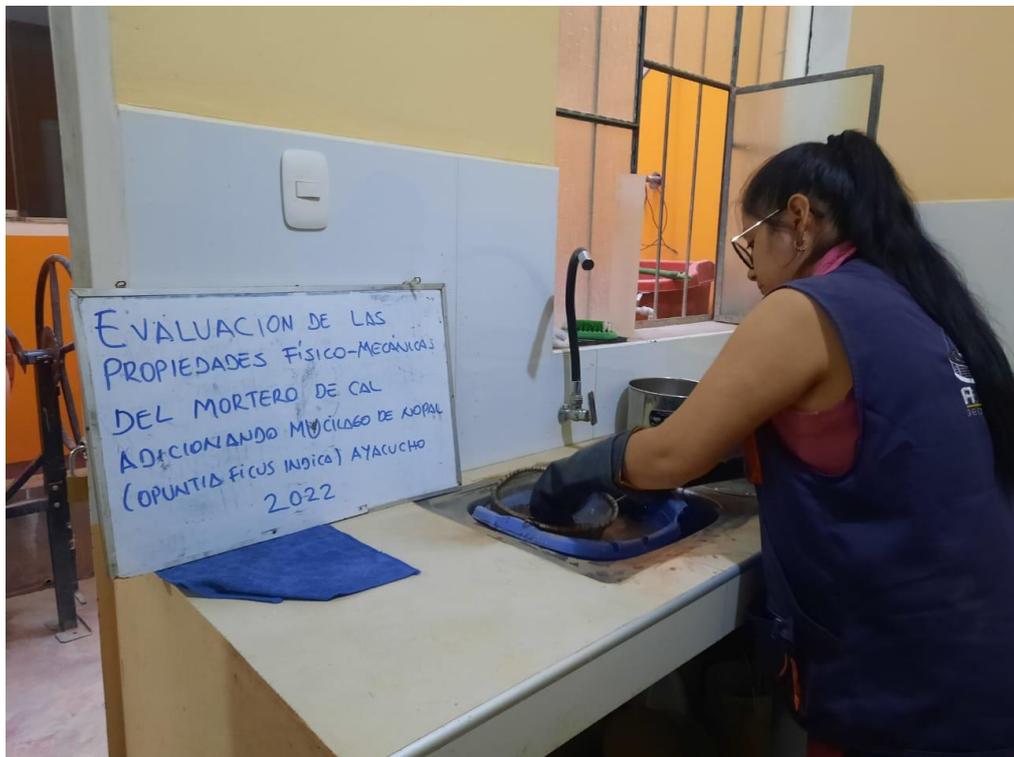


Figura N° 10: Lavado del agregado fino



Figura N° 11: agregado fino llevado al horno



Figura N° 12: Ensayo de granulometría



Figura N° 13: Agregado fino retenido por cada tamiz



Figura N° 14: materiales a utilizar para el ensayo de las propiedades físicas



Figura N° 15: Preparación del mortero de cal



Figura N° 16: Medición del peso unitario del mortero patrón y con adiciones de mucilago de nopal



Figura N° 17: Medición del asentamiento del mortero patrón y con adiciones de mucilago de nopal



Figura N° 18: Medición del asentamiento del mortero patrón y con adiciones de mucilago de nopal



Figura N° 19: Pruebas para la determinación de % de mucilago de nopal



Figura N° 20: Muestras a ensayar



Figura N° 21: Ensayo de resistencia a la compresión



Figura N° 22: Ensayo de resistencia a la compresión en primas



Figura N° 23: Ensayo de resistencia a la flexión en especímenes



Figura N° 24: Ensayo de resistencia a la flexión en especímenes



Figura N° 25: Ensayo de resistencia a la compresión en pilas



Figura N° 26: Ensayo de resistencia a la compresión en pilas



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VILDOSO FLORES ALEJANDRO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del mortero de cal adicionando mucilago de nopal (Opuntia ficus-indica), Ayacucho- 2022", cuyo autor es GIRALDO VILLAR RINA MARLENY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

HUARAZ, 09 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VILDOSO FLORES ALEJANDRO DNI: 10712728 ORCID: 0000-0003-3998-5671	Firmado electrónicamente por: AVILDOSOFL el 09- 12-2022 18:58:08

Código documento Trilce: TRI - 0480739