



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

"Aplicación del nopal para modificar las propiedades del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho - 2022"

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Br. Andrade Huayapa Ayrton Alfredo Boris  
<https://orcid.org/0000-0002-9486-586X>

**ASESOR:**

Dr. Vargas Chacaltana Luis Alberto  
<https://orcid.org/0000-0002-4136-7189>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, a Dios por haberme guiado con mano firme en mi formación profesional, A mis padres, Boris y María, por el apoyo incondicional en mi crecimiento profesional e inculcaron valores fundamentales en mi vida.

A ellos esta investigación, por confiar y creer en mí.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios todopoderoso, por acompañarme en todas las dificultades de la vida y brindarme sabiduría, fortaleza y entendimiento, guiarme en todo momento por el camino de la vida y su protección inagotable.

El más profundo agradecimiento a mis padres, a mis hermanos Leonel y Kharen por haberme brindado, ese apoyo incondicional y el invaluable esfuerzo que me motivaron a seguir adelante y alcanzar mi título profesional.

Asimismo, mi agradecimiento notable a mi asesor Dr. Luis Alberto Vargas Chacaltana por guiarme en este proyecto, quien me encamino a concluir satisfactoriamente el presente

## Índice de contenido

|   |      |
|---|------|
| Dedicatoria .....   | i    |
| Agradecimientos .....                                     | ii   |
| Índice de contenido .....                                 | iii  |
| Índice de tablas .....                                    | v    |
| Índice de graficos y figuras.....                         | vi   |
| Resumen .....   | vii  |
| Abstract .....  | viii |
| I.INTRODUCCIÓN .....                                      | 1    |
| II.MARCO TEÓRICO .....                                    | 5    |
| III.METODOLOGÍA .....                                     | 21   |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación .....                 | 21   |
| 3.2 Variables y operacionalización:.....                  | 22   |
| 3.3. Población, muestra y muestreo.....                   | 22   |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 23   |
| 3.5. Procedimientos .....                                 | 24   |
| 3.6. Método de análisis de datos .....                    | 45   |
| 3.7. Aspectos éticos.....                                 | 46   |
| IV.RESULTADOS .....                                       | 47   |
| V. DISCUSIONES .....                                      | 66   |
| VI. CONCLUSIONES .....                                    | 75   |
| VII.RECOMENDACIONES.....                                  | 77   |
| REFERENCIAS .....   | 78   |
| ANEXOS .....  | 82   |

## Índice de tablas

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Tabla 1.  | Características del Nopal.....   | 9  |
| Tabla 2.  | Tipos de cemento portland .....  | 12 |
| Tabla 3.  | Selección del agregado por el tamaño de sus partículas. ....                     | 13 |
| Tabla 4.  | Análisis granulométrico del agregado fino.....                                   | 13 |
| Tabla 5.  | Límites permisibles del agregado grueso .....                                    | 14 |
| Tabla 6.  | Requisitos granulométricos del agregado grueso.....                              | 14 |
| Tabla 7.  | Tiempo para realizar el ensayo de resistencia .....                              | 17 |
| Tabla 8.  | Cuadro de muestras .....   | 23 |
| Tabla 9.  | Análisis granulométrico del agregado grueso .....                                | 29 |
| Tabla 10. | Análisis granulométrico del agregado fino .....                                  | 31 |
| Tabla 11. | Cantidad de humedad de agregado grueso .....                                     | 32 |
| Tabla 12. | Cantidad de humedad de agregado fino .....                                       | 33 |
| Tabla 13. | Peso unitario del agregado grueso y fino .....                                   | 34 |
| Tabla 14. | Peso específico y absorción del agregado grueso .....                            | 35 |
| Tabla 15. | Costos unitarios para 1m <sup>3</sup> de diseño de mezclas concreto patrón ..... | 35 |
| Tabla 16. | Resumen de las características del agregado .....                                | 36 |
| Tabla 17. | Constancia y asentamiento .....  | 37 |
| Tabla 18. | Cuadro para determinar la resistencia.....                                       | 37 |
| Tabla 19. | Cuadro para encontrar el contenido de aire atrapado .....                        | 37 |
| Tabla 20. | Cuadro para determinar volumen unitario del agua .....                           | 38 |
| Tabla 21. | Cuadro para determinar la relación A/C por resistencia .....                     | 38 |
| Tabla 22. | Volumen de agregado grueso.....  | 39 |
| Tabla 23. | Diseño de mezcla con la adición del mucilago de nopal en kg/m <sup>3</sup> ..... | 42 |
| Tabla 24. | Número de muestras por cada tanda y/o dosificación .....                         | 45 |
| Tabla 25. | Acceso al distrito de Carmen Salcedo .....                                       | 48 |
| Tabla 26. | Cuadro de asentamiento del concreto dosificado .....                             | 50 |
| Tabla 27. | cuadro de exudación del concreto dosificado .....                                | 53 |
| Tabla 28. | Resultado de resistencia a la compresión a los 7 días de edad.....               | 55 |
| Tabla 29. | Resultado de resistencia a la tracción a los 7 días .....                        | 56 |
| Tabla 30. | Resultado de resistencia a la compresión a los 14 días de edad .....             | 57 |
| Tabla 31. | Resultado de resistencia a la tracción a los 14 días de edad. ....               | 58 |
| Tabla 32. | Resultado de resistencia a la compresión a los 28 días de edad.....              | 60 |
| Tabla 33. | Resultado de resistencia a la tracción a los 28 días de edad. ....               | 61 |
| Tabla 34. | Resultado de resistencia a la flexión a los 28 días de edad.....                 | 62 |
| Tabla 35. | Resumen de resultados de resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días .....  | 64 |

## Índice de gráficos y figuras

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Figura 1.  | Nopal .....   | 8  |
| Figura 2.  | Componentes del pavimento rígido .....                                | 11 |
| Figura 3.  | Funciones del pavimento rígido .....                                  | 11 |
| Figura 4.  | Tipos de fractura o falla al realizar el ensayo o la compresión ..... | 15 |
| Figura 5.  | Dimensiones de la probeta .....                                       | 16 |
| Figura 6.  | Recomendaciones para identificar probetas. ....                       | 16 |
| Figura 7.  | Esfuerzos sometidos a la probeta en el ensayo a tracción. ....        | 17 |
| Figura 8.  | Esfuerzos aplicados en el ensayo resistencia a flexión .....          | 18 |
| Figura 9.  | Migración de agua por exudación .....                                 | 20 |
| Figura 10. | Extracción de nopal en campo.....                                     | 24 |
| Figura 11. | Corte y reposo en agua de los cortes de nopal .....                   | 25 |
| Figura 12. | Primer proceso de filtrado .....                                      | 26 |
| Figura 13. | Segundo proceso de filtrado .....                                     | 26 |
| Figura 14. | Imagen satelital de la cantera .....                                  | 27 |
| Figura 15. | La curva de granulometría del agregado grueso .....                   | 30 |
| Figura 16. | Determinación de granulometría del agregado grueso .....              | 30 |
| Figura 17. | La curva de granulometría del agregado fino .....                     | 32 |
| Figura 18. | Peso unitario compactado de agregado .....                            | 34 |
| Figura 19. | Preparación de briquetas en los moldes de 4" x 8" .....               | 44 |
| Figura 20. | Preparación de las vigas prismáticas de 15cm x 15cm x 60cm .....      | 44 |
| Figura 21. | Mapa del distrito de Carmen salcedo .....                             | 47 |
| Figura 22. | Determinación del asentamiento .....                                  | 50 |
| Figura 23. | Determinación del asentamiento con adición del nopal .....            | 51 |
| Figura 24. | Determinación de la exudación .....                                   | 52 |
| Figura 25. | Determinación del porcentaje de exudación .....                       | 54 |
| Figura 26. | Grafica de resistencia promedio a la compresión a los 7 días .....    | 55 |
| Figura 27. | Grafica de resistencia a la tracción a los 7 días.....                | 56 |
| Figura 28. | Grafica de resistencia a la compresión a los 14 días .....            | 58 |
| Figura 29. | Grafica de resistencia a la tracción a los 14 días.....               | 59 |
| Figura 30. | Grafica de resistencia a la compresión a los 28 días .....            | 60 |
| Figura 31. | Grafica de resistencia a la tracción a los 28 días.....               | 61 |
| Figura 32. | Resistencia promedio a la flexión a los 28 días de curado .....       | 63 |
| Figura 33. | Grafica resumen de resistencia a la compresión a 7,14 y 28 días.....  | 64 |
| Figura 34. | Grafica de resumen de resistencia a la tracción a 7,14 y 28 días..... | 65 |

## Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la aplicación del Nopal para modificar las propiedades del pavimento rígido en jirón Lima, en donde se adiciono en diferentes porcentajes de 0% 1% 1.5% 2.5% y 3% con respecto al peso del cemento.

La metodología empleada; es de tipo aplicada con un diseño de investigación cuasi-experimental y un enfoque cuantitativo. La población presenta una reunión de muestras de concreto con un total de especímenes de 72 probetas que fueron ensayadas a los 7, 14 y 28 días. Los instrumentos que se emplearon fueron bajo las normas estandarizadas de manera confiable para obtener los resultados siendo los ensayos como resistencia a la compresión, tracción y flexión como también ensayos a las propiedades físicas del pavimento rígido donde se determinó la trabajabilidad, segregación, exudación Cohesividad e impermeabilidad. De esta manera se obtiene los resultados de laboratorio indicando una mejor combinación a la adición de 2.5% en 28 cuyo resultado fue un 13.16% más respecto al patrón, así mismo se observó su mejoría siendo de 18.50 kg/cm<sup>2</sup> a 23.20 kg/cm<sup>2</sup> y respecto a la flexión fue de 36.40 kg/cm<sup>2</sup> a 42.80 kg/cm<sup>2</sup>, con base al pavimento rígido patrón.

De estos estudios se concluyeron que Nopal era favorable afectando las propiedades físicas mecánicas de las aceras rígidas, con la proporción de mejorar las características de las aceras difíciles tanto en estado fresco, como en el estado duro.

Palabras Clave: Pavimento rígido, Cemento, Nopal

## **Abstract**

The objective of this work was to determine the application of Nopal to modify the properties of rigid pavement in shred Lima, where it was added in different percentages of 0% 1% 1.5% 2.5% and 3% with respect to the weight of the cement.

The methodology used; it is of an applied type with a quasi-experimental research design and a quantitative approach. The population presents a meeting of concrete samples with a total of 72 specimens that were tested at 7, 14 and 28 days. The instruments that were used were under the standardized norms in a reliable way to obtain the results, being the tests such as resistance to compression, traction and bending as well as tests to the physical properties of the rigid pavement where the workability, segregation, exudation Cohesiveness and impermeability. In this way, the laboratory results are obtained indicating a better combination to the addition of 2.5% in 28 whose result was 13.16% more with respect to the standard, likewise its improvement was observed being from 18.50 kg/cm<sup>2</sup> to 23.20 kg/cm<sup>2</sup> and regarding flexing, it was from 36.40 kg/cm<sup>2</sup> to 42.80 kg/cm<sup>2</sup>, based on the standard rigid pavement.

From these studies, it was concluded that Nopal was favorable in affecting the mechanical physical properties of rigid sidewalks, with the proportion of improving the characteristics of difficult sidewalks both in the fresh state and in the hard state.

Keywords: Rigid pavement, Cement, Nopal

## I. INTRODUCCIÓN

Hoy a nivel internacional, los pavimentos tienen muchas funciones en la construcción de carreteras, y las vías de acceso urbano son indispensables en el crecimiento socioeconómico de diferentes países. Por ello invertir en infraestructura vial, generará un impacto positivo en el crecimiento económico, disminuyendo la pobreza.

Sin embargo, el pavimento rígido no es perfecto, ahora el uso de aditivos químicos se ha ampliado para mejorar sus propiedades, aumentando los costos de producción. Es por ello que el uso de aditivos naturales es una alternativa a las alternativas comerciales, ya que estas son ambientalmente dañinas y costosas debido a que no están disponibles en el mercado local.

El elemento fundamental del desarrollo económico es mantener el equilibrio con el medio ambiente, los cactus han despertado un interés creciente en el mundo, especialmente la planta del nopal (*Opuntia ficusindica*). Debido a sus propiedades únicas, puede crecer en tierras donde otros cultivos no prosperan. Analistas del Instituto Mexicano del Transporte (IMT) están trabajando en una obra en la que se analiza las cualidades del nopal para mejorar las propiedades de los siguientes materiales como cemento, mortero y concreto.

A nivel nacional para nuestros antepasados, la sostenibilidad fue la clave del éxito. Los incas estaban interesados en preservar el medio ambiente, por lo que prestaron atención a las condiciones locales, utilizaron materiales locales y trabajaron con el paisaje., así desarrollaron y mejoraron la agricultura, la ganadería, el comercio, etc. También crearon métodos de construcción para brindar soluciones a sus necesidades que adaptaron a los materiales que tenían disponibles y su ubicación. El tesoro bajo las espinas también conocido como "oro verde" es materia de una serie de producción de investigación tanto en medicina como en construcción.

Como profesional en ingeniería civil, se sugiere reemplazar los aditivos químicos con aditivos de origen oriundo como el extracto de mucílago de nopal, para perfeccionar las propiedades del pavimento rígido en su estado fresco y duro.

A nivel local, la dosis de nopal en el pavimento rígido es una alternativa del distrito de Carmen Salcedo, haciendo uso en cantidades suficientes para su aprovechamiento de la planta autóctona, que los extractos de mucílago de nopal modificados pueden actuar como aditivos naturales con resultados comparables o mejor que los aditivos químicos usuales.

Por tal motivo, el presente estudio surgió con el objetivo de aplicar mucilago de nopal para mejorar las propiedades del pavimento rígido, agregando un aditivo natural propio de este lugar, que mejoraría las propiedades del pavimento, su sustancia.

El propósito de este estudio fue encontrar soluciones para reemplazar los aditivos químicos con aditivos naturales de fuentes vegetales nativas.

Por eso en dicha investigación se formula como problema general lo siguiente: ¿En qué medida influye el nopal en las propiedades del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2021? En consecuencia, es necesario abordar los siguientes Problemas específicos ¿En qué medida influye la dosificación del nopal en las propiedades del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2021? ¿En qué medida influye la adición del nopal en las propiedades físicas del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2021? ¿En qué medida influye la adición del nopal en las propiedades mecánicas del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2021?

Justificación económica; la industria química es una industria importante, presente en casi todos los países. Como estimula el crecimiento económico, genera empleo y aporta la diversidad de productos que conlleva el desarrollo de materiales de construcción, es por ello que la hipótesis de la adición del nopal como aditivo natural produce efectos positivos que permiten modificar sus propiedades. las características óptimas para nuestras necesidades. Justificación ambiental; Los aditivos se utilizan para optimizar la tecnología de pavimento duro, en estado nuevo, y para aumentar la resistencia en el estado endurecido, como la consistencia medida por el cono de Abrams y la resistencia medida como función

de la fuerza de compresión en un tubo de ensayo o rompe muestras. Existe un registro histórico en nuestro país de que nuestros antepasados hicieron uso positivo de aditivos naturales. Ante esta realidad, debemos buscar mejores opciones, sustituyendo los químicos por productos del territorio que cumplen las mismas funciones utilizando las vastas plantaciones de nopal del territorio. Justificación técnica; La dosificación de un pavimento rígido con el incremento de nopal es casi nada frecuente, por falta de información y formación en el sector de la construcción, si bien es cierto que la industria y la tecnología aportan aditivos, cuyo costo en m<sup>3</sup> de concreto se elevan. El uso del nopal es una alternativa socio-económica, como un aditivo que ofrece efectos similares y positivos en sus propiedades.

En los objetivos, para más detalles, se sugiere como siguiente Objetivo general: Analizar la aplicación del Nopal para modificar las propiedades del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2022. Por lo tanto, se plantea los siguientes Objetivos específicos: Evaluar la influencia de la dosificación del nopal en las propiedades del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2022. Evaluar la influencia de la adición del nopal en las propiedades físicas del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2022. Evaluar la influencia de la adición del nopal en las propiedades mecánicas del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2022.

En lo se tiene a la formulación de las Hipótesis, se defiende la siguiente Hipótesis general: El nopal mejorará de forma eficaz en las propiedades del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2022. Por lo cual se plantea las siguientes Hipótesis específicas: La dosificación de nopal mejorará en las propiedades del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2022. El nopal mejorará de forma eficaz las propiedades físicas del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2021. El nopal mejorará de manera eficiente las propiedades mecánicas del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2022

## II. MARCO TEÓRICO

En primer lugar, como antecedentes internacionales tenemos a Manríquez (2018) tuvo como objetivo evaluar la incorporación de mucílago de nopal como aditivo para mezcla de concreto para disminuir fisuras por retracción plástica, tiene como metodología diseño experimental; en base a recomendaciones de aditivos líquidos, se recomienda una dosis de aditivo de 750ml por 100 por 100 kilogramos de cemento. Se adiciono en 1,3% 1,95% y 2,6% de mucilago de nopal. Como resultados con 2,6% del peso del cemento la exudación se reduce prácticamente en un 20%, con la dosis de 1,95% de aditivo, se llegó a disminuir las fisuras en un 76,55%. La adición de mucilago de nopal como aditivo tuvo una reacción beneficiosa en cuanto al ensayo a compresión del concreto. Se concluye que ha quedado demostrado que el aumento de mucilago de nopal como aditivo, presenta beneficios en cuanto a reducción de fisuras y aumento de resistencia.

Samuel Ramirez Arellana (2016); tuvo como objetivo evaluar las cualidades tanto mecánicas como microestructuras de hormigón Contiene mucílago de nopal como aditivo natural, tiene como metodología diseño experimental; en base a recomendaciones de aditivos líquidos, se recomienda una dosis de aditivo de mucilago de nopal de 1.5% y 2.5%, aumentado así la fuerza a la compresión en un 10% y 8.5% con relación a la fuerza de compresión tomada como referencia. Se adiciono en 1.5% 2.5 % de mucilago de nopal. Como resultados con la resistencia de compresión fue de 276.40 kg/cm<sup>2</sup> y 265.45 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente y la fuerza de tracción fue de 35.60 kg/cm<sup>2</sup> y 46.50 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. La suma de mucilago de nopal como aditivo tuvo una reacción beneficiosa en cuanto al ensayo a compresión y tracción del concreto. Se concluye que ha quedado demostrado que la adición de extracto de nopal como aditivo, presenta beneficios en cuanto a reducción de fisuras y aumento de resistencia.

Diaz, Menchaca, Rocabrano y Uruchurtu (2019) su objetivo de investigación es evaluar el poder de la película de nopal en las propiedades electroquímicas del hormigón, su metodología es experimental; Se tomaron muestras como tres relaciones de este concentrado de nopal con proporciones de nopal-agua de 1: 1,1: 2 y 1; Se realizaron 3 ensayos después de 28 días de curación. El resultado es una alta resistencia a la

compresión. Conclusión para 6 especímenes con 13 concentraciones de mucílago de nopal, el valor de esfuerzo de compresión más alto alcanzó el 90%, lo que significa que esta mezcla natural tiene el efecto de fraguar el hormigón.

Como antecedentes nacionales tenemos a Martínez (2017) demostró el objetivo: utilizando el nopal como producto de aborigen en el concreto hidrometálico, mejoró sus propiedades mecánicas y microestructurales en estado endurecido. Su método de investigación es experimental, la población consta de diversos estudios y pruebas de laboratorio, se toman 26 probetas para comprobar su rotura, el instrumento utilizado es un calibrador. Como resultado, aumenta la viscosidad de la suspensión. Se concluye que el hormigón con esta combinación de productos naturales aumenta su esfuerzo de compresión.

Oloya y Ponce (2019) fue desarrollado con el objetivo conocer el impacto del aditivo natural Mucilago de Echinopsis Pachanoi sobre las cualidades mecánicas del concreto. Esta metodología es empírica y explicativa porque la dependencia natural afecta la fuerza a la compresión, la densidad y la permeabilidad en el concreto, lo que establece una relación causal. Las proporciones elegidas para agregar a la mezcla de concreto el cactus Mucilago echinopsis pachanoi fueron tres, 0.5%, 1% y 1.5%. Como resultado, a los 28 días, todas las muestras mejoraron la fuerza generada por la compresión, excediendo el estándar en el hormigón. Cactus. También se observó que para los diseños con 0,5 % y 1,0 % de mucina de nopal, la profundidad máxima de penetración fue de 19 mm y 32,5 mm respectivamente, lo que indica que para los dispositivos El medidor tenía 1,5 % más de mucosidad, su permeabilidad general disminuyó. Se concluyó que el uso de mucina de cactus Echinopsis pachanoi como aditivo natural tuvo un efecto positivo con la adición de 1.5 de mucina, mejorando la resistencia a la compresión de a 1.32%, la consistencia en un 25% y la permeabilidad del concreto lo hace impermeable al agua. . en comparación con el hormigón estándar.

Vera Mostacero, Tania Yannina (2018); la investigación tiene como objetivo evaluar la fuerza del concreto  $f'c = 210 \text{ kg-cm}^2$  al reemplazar 15% de cemento con polvo de ceniza, utilizando el método de diseño experimental; De acuerdo con las recomendaciones para aditivos líquidos como el mucílago de nopal, no se debe usar una dosis de 15 % de mucílago de nopal ya que su resistencia a la compresión

se reduce en un 5,8 % con respecto a la resistencia inicial. Como resultado, con película de nopal de 15% la resistencia a la compresión alcanzada es de 1 ,13 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el concreto estándar tiene un soporte a la fuerza de compresión de 238,12 kg/cm<sup>2</sup>. Se concluyó que el incremento de mucílago de nopal como aditivo, ha demostrado no tener beneficio en cuanto a aumentar la resistencia.

Para tener más claro dicha investigación se tomará los siguientes artículos de revisión, Hernández (2016) ; la investigación tiene como objetivo la evaluación de la energía de compresión que actúa en los bloques de concreto fabricados con diferentes cantidades de mucílago de nopal, como método de diseño experimental; Con base en las recomendaciones para aditivos líquidos como el mucílago de nopal, se recomienda una proporción de 1: de NOPAL-AGUA ya que su resistencia a la compresión se ha incrementado en un 5, % con respecto a la resistencia estándar. la resistencia a la compresión es de 195, 0 kg/cm<sup>2</sup> y 178,50 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Se concluye que ha quedado demostrado que la suma de nopal como aditivo, presenta beneficios en cuanto a aumento de resistencia.

Lope Sanca, Frida Pamela y Lucio Azaña, kelvin (2017); el proyecto presenta como objetivo la evaluación de la resistencia a compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg-cm}^2$  con cemento reemplazando 2.5, 3.5, .5 con mucílago de nopal, tiene como metodología diseño experimental; en base a recomendaciones de aditivos líquidos como es el mucilago de nopal, se recomienda una dosificación de 3.5% ya que su fuerza resistida a la compresión aumento en un 10.4% respecto a la resistencia patrón. Como resultados con un incremento de nopal de 2.5 %, 3.5% y 4.5% se obtuvo una resistencia a la compresión de 320,45 kg/cm<sup>2</sup> , 385.25 kg/cm<sup>2</sup> y 370.25 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Se concluye que ha quedado demostrado que la suma de nopal como producto agregado, presenta beneficios en cuanto a aumento de resistencia.

Bulnes Gambini, Carlos Mauro ( 2018) ;la investigación tiene como objetivo evaluar la máxima resistencia a la compresión de un mortero cemento - arena utilizando un 10% y 20% de mucílago de nopal, tiene como metodología diseño experimental; en base a recomendaciones de aditivos líquidos como es el mucilago de nopal, no se recomienda una dosificación de %10 ni 20% ya que su resistencia a la compresión bajo en un 10.4% y 12.45% respecto a la resistencia patrón .Como resultados con

un porcentaje de mucilago de nopal de 10 % y 20% se logró una fuerza soportada a la compresión de 100.52 kg/cm<sup>2</sup> y 95.40kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Se concluye que ha quedado demostrado que la suma de mucilago de nopal como aditivo, presenta beneficios en cuanto a aumento de resistencia.

La base teórica es el nopal: “Opuntia Ficus Índica” recibe su nombre por su nomenclatura binomial, conocida como nopal, tuna; pertenece al género Opuntia, de la familia Cactus (Figura 1). Las funciones básicas de estas plantas son realizadas por tallos en forma de segmentos aplanados, elípticos y sin espinas. La flor en forma de corona que aparece en sus bordes se convierte en un fruto llamado tuna; Tienen una cáscara gruesa, muchas espinas y la pulpa es abundante en las semillas.

Figura 1. Nopal



Fuente: Elaboración propia

Componentes del nopal: dado que la parte mayoritaria de los miembros de este género no tienen hojas nómadas, los segmentos o clases en los que se parte son los tallos ramificados, que producen sus frutos, agrupadas en nódulos (un cojín) de la nuez de areca, uno largo y rígido, el otro corto y delgado con apariencia vellosa.

Las hojas de nopal excretan una sustancia “oleosa” llamada mucílago, es un carbohidrato complejo que forma parte de la fibra, una de las propiedades más importantes de esta hortaliza es que retiene agua aún en condiciones climáticas desfavorables. Debido a la membrana mucosa, que forma una red molecular tridimensional, puede retener grandes cantidades de agua

Características del aditivo propuesto: el mucílago de ficus indica del nopal deshidratado por sus propiedades fisicoquímicas, por lo que examinaron cuatro partes de nopal como 60,100,150,200 g. obtener las siguientes características.

Tabla 1. Características del nopal

| <b>Características</b>   | <b>Nopal 60</b> | <b>Nopal 100</b> | <b>Nopal 150</b> | <b>Nopal 200</b> |
|--------------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| <i>Humedad</i>           | 4.06±0.02       | 5.02±0.14        | 6.21±0.16        | 7.31±0.03        |
| <i>Proteína</i>          | 14.22±1.23      | 13.10±1.11       | 12.87±1.10       | 11.39±1.24       |
| <i>Grasa</i>             | 3.00±0.03       | 2.87±0.03        | 2.53±0.02        | 1.96±0.02        |
| <i>Fibra soluble</i>     | 25.22±1.26      | 18.21±1.11       | 15.87±1.12       | 14.91±1.09       |
| <i>Fibra insoluble</i>   | 29.87±1.35      | 33.21±1.24       | 37.15±1.23       | 41.65±1.32       |
| <i>Ceniza</i>            | 18.41±1.64      | 19.61±1.34       | 22.40±1.23       | 23.24±1.17       |
| <i>calcio</i>            | 1.35±0.04       | 1.76±0.05        | 2.71±0.06        | 3.30±0.08        |
| <i>Fosforo</i>           | 0.38±0.01       | 0.34±0.01        | 0.33±0.01        | 0.29±0.01        |
| <i>Sodio</i>             | 0.21±0.004      | 0.17±0.004       | 0.12±0.003       | 0.12±0.003       |
| <i>Oxalato de calcio</i> | 7.95±0.82       | 3.47±0.37        | 5.73±0.64        | 3.94±0.26        |
| <i>Potasio</i>           | 5.52±0.14       | 6.84±0.15        | 6.46±0.14        | 6.02±0.13        |
| <i>Relación Ca/P</i>     | 3.60            | 6.39             | 8.24             | 11.33            |
| <i>Ph nopal fresco</i>   | 4.41±0.30       | 4.14±0.15        | 4.35±0.26        | 4.28±0.50        |
| <i>Ph nopal deshi.</i>   | 4.26±0.14       | 4.07±0.30        | 4.31±0.35        | 4.35±0.20        |

Fuente: propia

Uso en construcción: El uso tradicional del nopal en la construcción se debe a sus cualidades que se usan en adobes y pinturas, o sus propiedades anticorrosivas, como la infiltración del suelo, entre otras. En México existe una amplia historia de uso de nopal en combinación con cal: aumenta las diversas cualidades adhesivas y mejora la no tolerancia al agua. Tradicionalmente se ha utilizado como yeso en paredes y ladrillos sin cocer; y actúa como limitante con el agua en morteros. Por lo cual, de agua de cactus, se elabora pintura como agente impermeabilizante, que se puede aplicar a cualquier construcción para protegerla. Aplicado en interiores, este impermeabilizante a base de higo chumbo protege el edificio del frío, la humedad, el agua y los insectos

Pavimento rígido; Los pavimentos rígidos son esencialmente una losa de hormigón armado simple u hormigón armado que descansa sobre una cimentación o sub-base. Debido a su alta rigidez y de elevado módulo de elasticidad, la losa absorberá una gran parte de la fuerza aplicada al pavimento, dando como resultado una carga

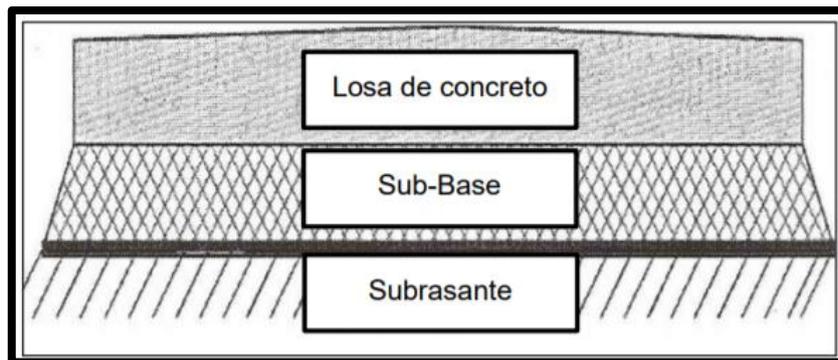
de rueda bien distribuida, lo que a su vez conduce a tensiones muy débiles en el suelo. El autor de este artículo concluye que, en el hormigón del pavimento duro, proporciona una buena distribución de carga de las ruedas, provocando muy baja tensión en la losa de hormigón, esto se debe a la alta resistencia a compresión que tenía. hormigón y, si se desea, se puede mejorar para que tenga una alta resistencia a la flexión con una combinación de aditivos

Se tiene como componentes del pavimento rígido a la Subrasante; es el pastel de suelo en la carretera que sostiene la estructura del pavimento y se expande a una hondura que no afecta la carga de diseño de acuerdo con el volumen de tráfico esperado. Esta parte se puede cortar o rellenar y, cuando se compacte, tendrá el área transversal y la pendiente especificadas sobre el dibujo de diseño final.

Subbase: El contrapiso es la porción de la estructura de pavimento duro que se ubica entre el contrapiso y la losa del piso duro. Consiste en una o más subcapas del área granular o estable; el objetivo principal del sustrato es prevenir la inyección de suelos de grano fino. Se requiere una sub-base cuando una combinación de suelo, agua y tráfico puede producir una bomba. Esta situación ocurre en cada momento en el diseño de pavimentos para rutas de tráfico importantes y congestionadas

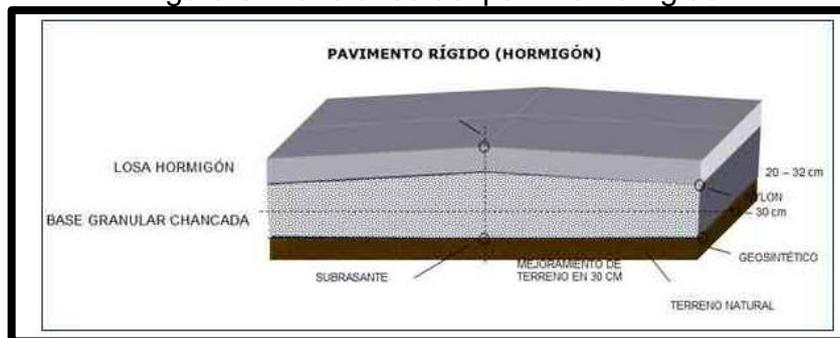
Losa : Es la superficie de rodadura del pavimento, construida con hormigón de ingeniería hidráulica, debido a su alta rigidez y módulo elástico, se basa en la losa y no en la facultad portante de la cimentación, ya que no utilizan contra-piso. Las losas del piso son de cemento Portland. El coeficiente mínimo de cemento se determinará en las pruebas de laboratorio y experiencia previa con resistencia y durabilidad. Se debe utilizar hormigón celular cuando sea necesario para proporcionar resistencia al daño de la superficie debido a la congelación, descongelación, sal o para incrementar la trabajabilidad de la mezcla.

Figura 2. componentes del pavimento rígido



Fuente: elaboración propia

Figura 3. Funciones del pavimento rígido



Fuente: internet

Propiedades del pavimento regido; Tienen un mayor coste de construcción inicial, serán como máximo 2 capas, la losa de concreto absorbe todos los esfuerzos, se caracteriza por tener menores deformaciones, menor costo de mantenimiento, mejor visibilidad y un mejor comportamiento ante la presencia de agua, es por ello que es una buena opción utilizarlo en zonas donde estarán en contacto continuo con el agua.

Previo a lo definido sobre pavimento rígido, su componente de diseño, es decir, el concreto típicamente tiene por esfuerzo a la compresión  $f'c=210\text{kg-cm}^2$  ecifica que, "combinación de" agregados y pastas, donde la pasta consiste en cemento Portland y agua, mezclando así agregados finos y gruesos para formar un compuesto similar a una roca.

Dentro de los elementos para fabricar concreto se encuentra, el cemento Portland, donde es una resultante a base de calcinamiento a altas temperaturas de piedras como la caliza y arcilla, el resultante que es el Clinker se lleva a la molienda y

contiene cal, sílice, fierro y alúmina; en cantidades de 3% a 4% se le añade el yeso con el objetivo de regular la fragua del cemento, posteriormente es embolsados y comercializados.

Cemento; el cemento es una combinación formado por una adición de piedra caliza y arcilla que se cocina y luego se muele. El producto que se obtiene de la trituración de rocas se denomina clínker que al añadirle una chica cantidad de yeso para evitar el endurecimiento de la mezcla al añadirle agua y luego endurezca. entreverado con agregados de roca y agua, produce una combinación homogénea, dúctil, de endurecimiento que le da la homogeneidad de la roca, conocida como hormigón o hormigón en planchas. Es ampliamente empleado en la construcción y la ingeniería civil.

Tabla 2. Tipos de cemento portland.

| TIPOS    | APLICACIONES  |
|----------|---|
| Tipo IP  | Está destinado a uso general, para proyectos que no requieran propiedades especiales  |
| Tipo II  | Para cuando se requiere resistencia a los sulfatos o temperaturas de hidratación moderadas                                    |
| Tipo III | Alta resistencia inicial, desarrolla la máxima resistencia a la compresión en tres días.                                      |
| Tipo IV  | Bajo calor de hidratación   |
| Tipo V   | Alta resistencia a la sulfatación, utilizado en proyectos hidráulicos expuestos a aguas altamente alcalinas así como marinas. |

Fuente: Abanto (2017)

El otro elemento esencial del concreto son los agregados, al cual se le define que los agregados provienen de la explotación de las canteras, llevados a molienda para reducir sus tamaños. Por tanto, la Norma Técnica Peruana NTP (400.011, 2013) lo clasifica en finos y gruesos. Finalmente, el tercer ingrediente, el agua, se utiliza para preparar el concreto y está sujeto a las condiciones de la norma técnica peruana 339.088 y preferiblemente potable. Realiza la función principal de hidratar el cemento e iniciar reacciones químicas, y al mismo tiempo proporciona una maquinabilidad adecuada para el hormigón fresco.

Tabla 3. Selección del agregado por tamaño.

| CARACTERÍSTICAS                             | REQUISITO |       | UNIDAD |
|---|-----------|-------|--------|
|   | MIN       | MAX   |        |
| Pasante de la malla N° 200                  | N.A.      | 1     | %      |
| Cloruros solubles                           | N.A.      | 1000  | Ppm    |
| Sulfatos solubles                           | N.A.      | 10000 | Ppm    |
| Terrones de arcilla y partículas deleznable | N.A.      | 5     | %      |
| Abrasión por la máquina de los ángeles      | N.A.      | 50    | %      |
| Inalterabilidad por sulfato de magnesio     | N.A.      | 18    | %      |

Fuente: Carrillo & Chávez, (2017 pág. 3)

Tabla 4. Análisis granulométrico del agregado fino.

| TAMIZ          | % QUE PASA |
|----------------|------------|
| 3/8" – 9.5mm   | 100        |
| N°4 – 4.75mm   | 95 – 100   |
| N°8 – 2.36mm   | 80 – 100   |
| N°16 – 1.18mm  | 50 – 85    |
| N°30 – 600 µm  | 25 – 60    |
| N°50 – 300 µm  | 05 – 30    |
| N°100 – 150 µm | 0 – 10     |

Fuente: NTP 400.037, 2014

Tabla 5. Límites permisibles del agregado grueso.

| TAMAÑO (mm)                | DENOMINACIÓN       | CLASIFICACIÓN     | USO COMO AGREGADO DE MEZCLA           |
|----------------------------|--------------------|-------------------|---------------------------------------|
| < 0.002                    | Arcilla            | Fracción muy fina | No recomendable                       |
| 0.002 – 0.074              | Limo               | Fracción fina     | No recomendable                       |
| 0.074 – 4.76<br>#200 – #4  | Arena              | Agregado fino     | Material apto para mortero o concreto |
| 4.76 – 19.1<br>#4 – #3/4"  | Gravilla           | Agregado grueso   | Material apto para concreto           |
| 19.1 – 50.8<br>#3/4" – #2" | Grava              |                   | Material apto para concreto           |
| 50.8 – 152.4<br>#2" – #6"  | Piedra             |                   | -                                     |
| > 152.4<br>6"              | Rajón, Piedra bola |                   | Concreto ciclópeo                     |

Fuente: Rivera 2002, pág. 53

Tabla 6. Requisitos granulométricos del agregado grueso.

| USO | TAMAÑO MAXIMO<br>NOMINAL | PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS |             |            |            |            |               |            |            |              |             |              |              |              |             |
|-----|--------------------------|--|-------------|------------|------------|------------|---------------|------------|------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
|     |                          | 100<br>(mm)                                      | 90<br>(mm)  | 75<br>(mm) | 63<br>(mm) | 50<br>(mm) | 37.50<br>(mm) | 25<br>(mm) | 19<br>(mm) | 12.5<br>(mm) | 9.5<br>(mm) | 4.75<br>(mm) | 2.36<br>(mm) | 1.18<br>(mm) | 300<br>(um) |
| 1   | 90 mm a 37.50 mm         | 100  | 90 a<br>100 | -          | 25 a 60    | -          | 0 a 15        | -          | 0 a 5      | -            | -           | -            | -            | -            | -           |
| 2   | 63 mm a 37.50 mm         | -  | -           | 100        | 90 a 100   | 35 a 70    | 0 a 15        | -          | 0 a 5      | -            | -           | -            | -            | -            | -           |
| 3   | 50 mm a 25 mm            | -  | -           | -          | 100        | 90 a 100   | 35 a 70       | 0 a 15     | -          | 0 a 5        | -           | -            | -            | -            | -           |
| 357 | 50 mm a 4.75 mm          | -  | -           | -          | 100        | 95 a 100   | -             | 35 a 70    | -          | 10 a 30      | -           | 0 a 5        | -            | -            | -           |
| 4   | 37.50 mm a 9 mm          | -  | -           | -          | -          | 100        | 90 a 100      | 20 a 55    | 0 a 15     | -            | 0 a 5       | -            | -            | -            | -           |
| 467 | 37.50 mm a 4.75 mm       | -  | -           | -          | -          | 100        | 95 a 100      | -          | 35 a 70    | -            | 10 a 30     | 0 a 5        | -            | -            | -           |
| 5   | 25 mm a 12.50 mm         | -  | -           | -          | -          | -          | 100           | 90 a 100   | 20 a 55    | 0 a 10       | 0 a 5       | -            | -            | -            | -           |
| 56  | 25 mm a 9.50 mm          | -  | -           | -          | -          | -          | 100           | 90 a 100   | 40 a 85    | 10 a 40      | 0 a 15      | 0 a 5        | -            | -            | -           |
| 57  | 25 mm a 4.75 mm          | -  | -           | -          | -          | -          | 100           | 95 a 100   | -          | 25 a 60      | -           | 0 a 10       | 0 a 5        | -            | -           |
| 6   | 19 mm a 9.50 mm          | -  | -           | -          | -          | -          | -             | 100        | 90 a 100   | 20 a 55      | 0 a 15      | 0 a 5        | -            | -            | -           |
| 67  | 19 mm a 4.75 mm          | -  | -           | -          | -          | -          | -             | 100        | 90 a 100   | -            | 20 a 55     | 0 a 10       | 0 a 5        | -            | -           |
| 7   | 12.50 mm a 4.75 mm       | -  | -           | -          | -          | -          | -             | -          | 100        | 90 a 100     | 40 a 70     | 0 a 15       | 0 a 5        | -            | -           |
| 8   | 9.50 mm a 2.56 mm        | -  | -           | -          | -          | -          | -             | -          | -          | 100          | 85 a 100    | 10 a 30      | 0 a 10       | 0 a 5        | -           |
| 89  | 9.50 mm a 1.18 mm        | -  | -           | -          | -          | -          | -             | -          | -          | 100          | 90 a 100    | 20 a 55      | 5 a 30       | 0 a 10       | 0 a 5       |
| 9   | 4.75 mm a 1.18 mm        | -  | -           | -          | -          | -          | -             | -          | -          | -            | 100         | 85 a 100     | 10 a 40      | 0 a 10       | 0 a 5       |

Fuente: Carrillo & Rojas, (2017 pág. 30)

El agua utilizada en, libre de sales y materia orgánica, ya que puede afectar la resistencia y el fraguado del hormigón.

Aire; el aire también está contenido en el hormigón, queda atrapado del 1% al 3% por volumen de la mezcla, se liberará durante la compactación, sin embargo, la compactación no siempre es precisa, dejando atrás el aire en el concreto que se endurece; Tenga en cuenta que, según el proyecto, a veces se incluyen aditivos conductores de gas para fines especiales

De acuerdo a las propiedades del concreto, tenemos esfuerzo a la compresión; es la fuerza máxima que el material puede soportar bajo una carga.

Figura 4. Tipos de fractura o falla al realizar el ensayo a la compresión.

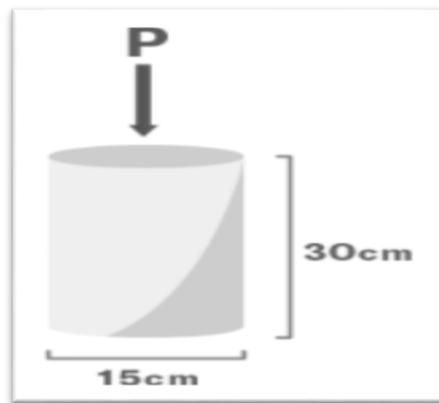


Fuente: Quizzes (2016)

Para obtener los datos se determina con la siguiente fórmula:

$$Rc = \frac{4G\pi}{d^2}$$

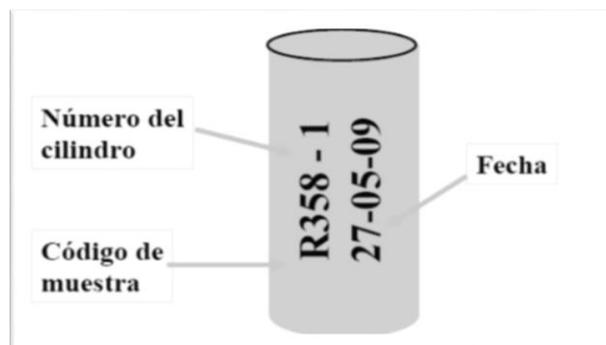
Figura 5. Dimensiones de la probeta.



Fuente: Quizzes (2016)

para identificar las probetas:

Figura 6. Recomendaciones para identificar probeta.



Fuente: Quizzes (2016)

En equipos configurados hidráulicamente, la tasa de aplicación de carga puede variar entre 0,1 y 0,3 MPa/s. Aplique una presión de inicio constante hasta que finalice el mismo error.

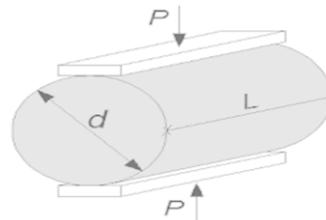
Tabla 7. Tiempo para realizar el ensayo de resistencia.

| EDAD DE ENSAYO | TOLERANCIA PERMISIBLE NTP 339.034 |     |
|----------------|-----------------------------------|-----|
|                | Horas                             | %   |
| 24 h           | ± 0.5                             | 2.1 |
| 3 d            | ± 2.0                             | 2.1 |
| 7 d            | ± 6.0                             | 2.1 |
| 28 d           | ± 20.0                            | 2.1 |
| 90 d           | ± 2.0                             | 2.1 |

Fuente: NTP339.034(1999 pág. 218).

Resistencia a la tracción: El esfuerzo a la tracción del hormigón es una aplicación muy interesante para el diseño y control de calidad en todo tipo de estructuras, especialmente estructuras hidráulicas y pavimentos, siendo el mayor esfuerzo de tracción que puede soportar el cuerpo antes de romperse.

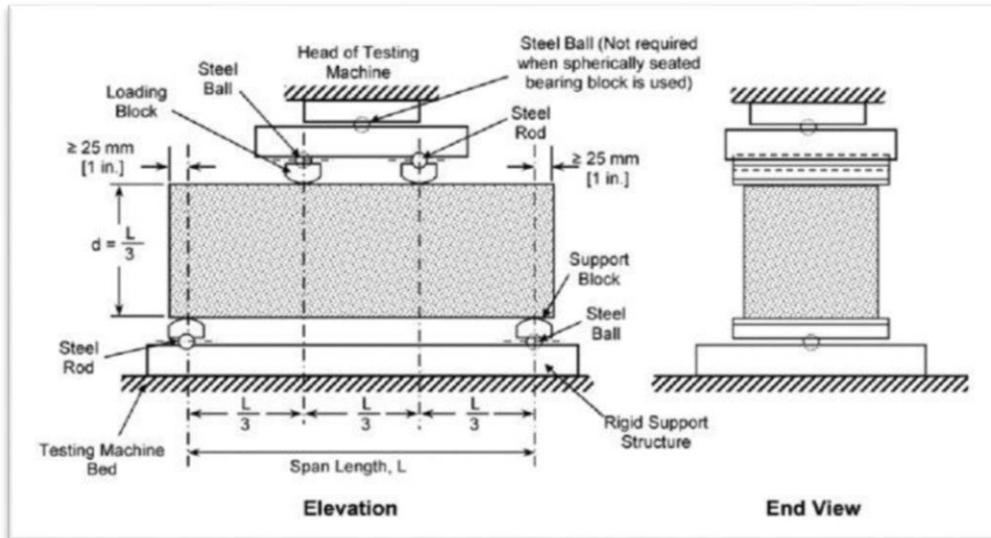
Figura 7. Esfuerzos sometidos a la probeta en el ensayo a tracción.



Fuente: Quizzes (2016)

Resistencia a la flexión: la fuerza a la flexión del hormigón es menor que su fuerza a la compresión, pero mucho mayor que su resistencia a la tracción absoluta. Este valor es aplicable en estructuras como pavimento duro; Dado que la fuerza de compresión ejercida por la superficie de contacto del neumático con la carretera es aproximadamente igual a la presión de deslizamiento del neumático, la resistencia a la compresión del hormigón suele oscilar entre 150 y 350 kg/cm<sup>2</sup> en nuestro medio.

Figura 8. Esfuerzos aplicados en el ensayo resistencia a flexión.

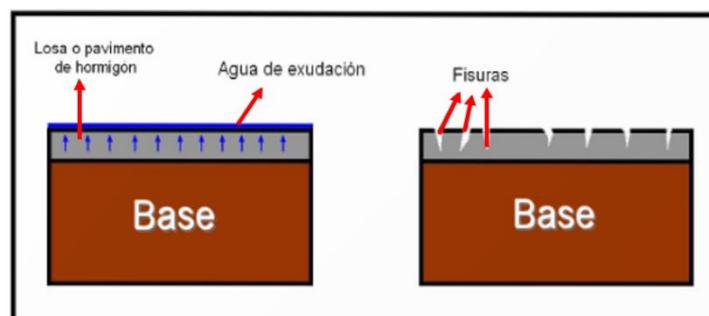


Fuente: INV.E-414-07(2017 pág. 3)

Por lo tanto, la resistencia no es un factor que determina la calidad del concreto para pavimento, debido al paso de vehículos y debido a la diferencia de temperatura, un lado de la losa estará en tensión y el otro lado estará en compresión, estas fuerzas pueden ser diferentes. El esfuerzo de flexión se puede compensar con refuerzo, pero esto no sería económico ya que se debe usar refuerzo de doble capa. En la práctica, la cuestión es determinar el grosor de la línea para que el esfuerzo de flexión.

Al igual que ocurre con las propiedades físicas del concreto, tenemos la exudación; A medida que asciende, el agua crea una fina capa en la superficie creando tubos capilares que reducen la permeabilidad al agua.

Figura 9. Migración de agua por exudación



Fuente: elaboración propia

Trabajabilidad; este es más o menos el trabajo que debe realizarse para el hormigón fresco. Se ve afectado por la viscosidad, el contenido de agua y el equilibrio adecuado entre agregados finos y gruesos. El hormigón debe poder trabajar para asegurar el progreso del trabajo sin agregar agua.

La Cohesividad; es aquella propiedad donde se unen las partículas para mantenerse como una masa estable y sin segregación, que se emplean en la fabricación del concreto y de esta depende una buena calidad del concreto.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de investigación

La Investigación fue aplicada, porque da solución a los problemas que se presentan en la vida cotidiana, como es el caso de renovar la naturaleza de las aceras rígidas en el barrio de Carmen Salcedo.

"La investigación aplicada tiene como objetivo realizar un estudio y luego poner en práctica una teoría general que satisfaga las necesidades de una población, lo que puede conducir a nuevos descubrimientos de una manera que la investigación ha desarrollado para ser confiable porque la información es muy útil"

Por lo cual este diseño está orientado principalmente hacia áreas que miden conceptos en niveles cuantificables.

Entonces una investigación cuasi-experimental es porque se manipula una de sus variables, como es el caso de este proyecto el cual se manipula la variable independiente que viene a ser el nopal.

Nivel de investigación: En este caso se dará la explicación, porque nos permite conocer más sobre la investigación, ampliando así nuestro conocimiento de lo estudiado, poder discutirlo, sacar conclusiones y concluir que las recomendaciones están determinadas por pruebas.

Enfoque de investigación: Cuantitativo, porque el objetivo de este estudio es describir ciertas características de los indicadores del estudio a través de los resultados obtenidos en los experimentos de laboratorio. Como resultado, se realiza una evaluación del procesamiento de datos a través de la recogida de información y la toma de mediciones numéricas.

#### 3.2. Variables y Operacionalización

##### **Variables de estudio:**

Variable independiente: En este caso sería la adición del nopal del 1,0% 1,50% 2,5% 3.5%

**Variable Dependiente:** es la losa de concreto porque mediante ensayos veremos el comportamiento físico mecánico que este tendrá por cada dosificación de nopal

**Definición operacional:** El mucilago de nopal es un aditivo líquido ya que se obtuvo la pulpa de todo el nopal propiamente dicho, es de color verdoso, espeso, se evalúa en base a la dosificación sobre el concreto.

**Variable independiente:** es cambiar la dosificación en cada diseño de pavimento rígido de la investigación que se va a realizar por el investigador con la finalidad de analizar los resultados sobre la variable dependiente

**Variable independiente:** Los pavimentos rígidos son esencialmente una losa de concreto armado o simple, apoyada directamente sobre la sub-base y posteriormente la subrasante. La losa, por su elevada rigidez y módulo elástico, absorbe gran parte de los esfuerzos que actúan sobre el lecho de la calzada, lo que se traduce en una buena distribución de las cargas de las ruedas, lo que se traduce en tensiones muy bajas en el vehículo.

### **3.3 Población, Muestra y Muestreo**

**Población:** la población se compone por un grupo de elementos finitos o infinitos que tienen características similares por ende se estudian. Por tanto, el conjunto será finito para este estudio ya que incluirá todos los especímenes que serán analizadas para propiedades mecánicas.

**Muestra:** Es una población representativa o parte de la población cuyas características básicas son objetivas y la refleja fielmente. Donde el número de muestras se basa en el tamaño de la muestra. Actualmente, se analizarán 3 muestras para cada edad de la prueba.

Tabla 8. Cuadro de muestra

| % Nopel | Ensayos de resistencia a compresión |         |         | Ensayos de resistencia a tracción |         |         | Ensayos a flexión | Cantidad total de muestras |                    |
|---------|-------------------------------------|---------|---------|-----------------------------------|---------|---------|-------------------|----------------------------|--------------------|
|         | 07 días                             | 14 días | 28 días | 07 días                           | 14 días | 28 días | 28 días           | Briqueta de 4"x8"          | Viga (cm) 15x15x80 |
| 0.000%  | 3                                   | 3       | 3       | 3                                 | 3       | 3       | 3                 | 18                         | 3                  |
| 1.0%    | 3                                   | 3       | 3       | 3                                 | 3       | 3       | 3                 | 18                         | 3                  |
| 1.5%    | 3                                   | 3       | 3       | 3                                 | 3       | 3       | 3                 | 18                         | 3                  |
| 2.5%    | 3                                   | 3       | 3       | 3                                 | 3       | 3       | 3                 | 18                         | 3                  |
| 3.5%    | 3                                   | 3       | 3       | 3                                 | 3       | 3       | 3                 | 18                         | 3                  |
| TOTAL   |                                     |         |         |                                   |         |         |                   | 105                        |                    |

Fuente: elaboración propia

### 3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos:

#### Técnica de recolección de datos

Se prefiere la técnica de observación directa para recolectar datos precisos, registrando los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio

#### Herramienta de recolección de datos

Se especifica que "para una mejor herramienta de precisión, es una herramienta que recolecta todos los datos ya que describe el objetivo de la encuesta propuesta"

Es por esto que los instrumentos utilizados incluyen hojas de datos, equipos, instrumentos de laboratorio (trompetas, balanzas, matraces de prueba, certificados de laboratorio) y softwares informáticos para el procesamiento de datos.

**Validez:** Incluye asegurar que el efecto o resultado proviene de la variable independiente o producto del tratamiento y no de otros factores o variables que interfieren y deben controlar.

La evaluación de expertos ha demostrado la confiabilidad de la investigación por estar formado por 3 profesionales con amplia experiencia en la materia y con juicio veraz y preciso.. Ver anexo.

#### Confiabilidad

La confiabilidad de un instrumento de medición dado se refiere al número de veces que se debe realizar el mismo resultado en la misma muestra para producir el mismo resultado.

En este estudio se asegura la confiabilidad mediante certificados de calibración de los equipos experimentales utilizados y pruebas similares recomendadas y realizadas por expertos y expertas en la materia.

### 3.5 Procedimiento

Extracción y cantidad de mucilago de nopal: Para extraer el mucílago de la planta del nopal, era necesario crear un método lo más rápido y preciso posible porque es un polímero natural que puede ser degradado por los agentes ambientales. El método siguió una serie de procesos que se describen a continuación:

Se obtuvo pencas de nopal del distrito de Carmen salcedo, la cual cuenta con el clima perfecto para la sobrevivencia de este cactus.

Figura 10. Extracción de nopal en campo



Fuente: elaboración propia

Las pencas fueron limpiadas y cortadas en cuadrado de 5cm x 5cm como se muestra en la figura N°11

Para hacer el proceso más rápido y extraer un concentrado de esta sustancia se dejó reposar 5 kg de cortes de penca en un recipiente con solo 500 cc de agua potable como se muestra en la figura 11.

Figura 11. Corte y reposo en agua de los cortes de nopal



*Fuente: elaboración propia*

El mucilago formó una solución con el agua. se decidió cortar la piel de las piezas de la planta de nopal para solo dejar la parte interna que es muy parecido a un gel endurecido.

Se introdujo todo el material sobre un recipiente y se empezó a aplastar con un cucharon creando una solución bastante más concentrada que los otros intentos por poder obtener el mucilago de una forma más convencional.

Figura 12. Primer proceso de filtrado



*Fuente: elaboración propia*

Luego de tener la solución filtrada se procedió a filtrarla nuevamente de cualquier elemento que se haya pasado en el primer proceso. El proceso de filtración de las películas suspendidas en el fluido, esta vez consistió en usar un medio poroso que retuvo las partículas para obtener un filtrado sin sólidos. Para filtrar el moco del nopal, se utilizó un paño para evitar el paso de partículas sólidas.

*Figura 13. Segundo proceso de filtrado*



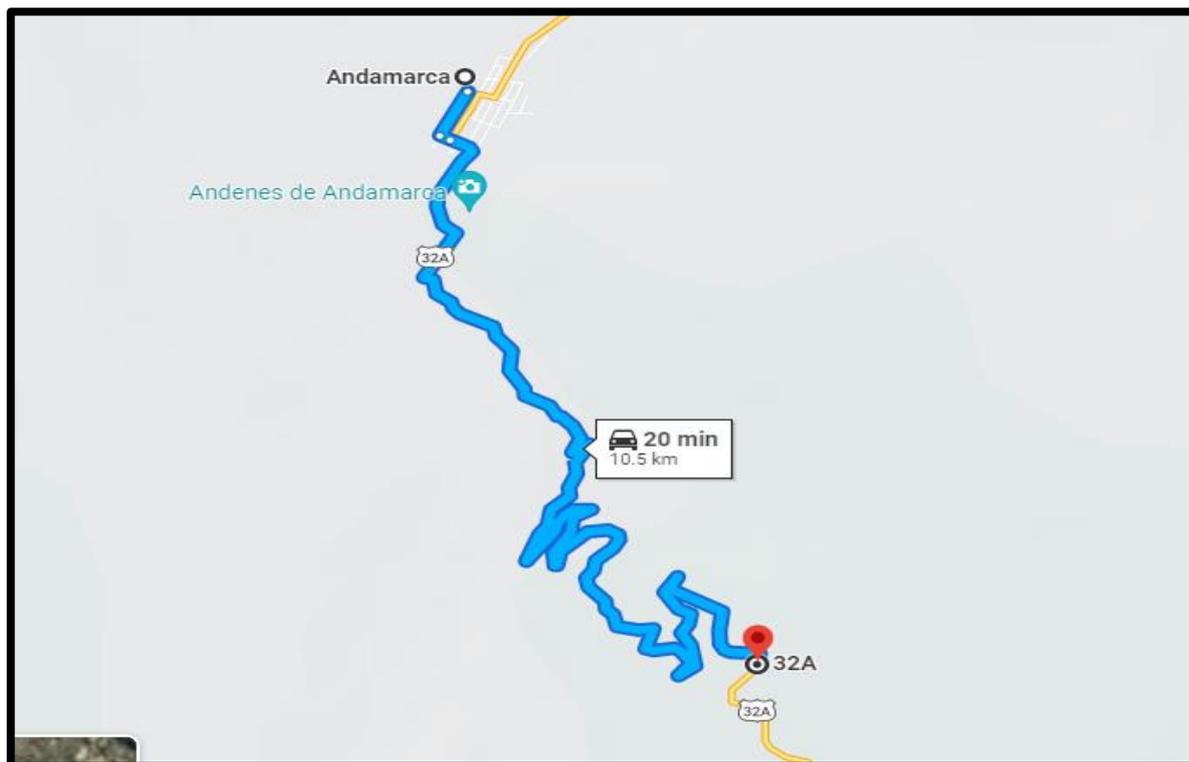
*Fuente: elaboración propia*

Se obtuvo un resultante de mucilago de nopal de 3.6 litros para esta experiencia, resultando un rendimiento de mucilago de nopal de 0.72 litros por kg de penca.

Nota: se prepararon otros métodos para extraer el mucilago del cactus, las cuales fracasaron por formar una solución bastante disuelta con agua, lo que no tendría sentido en esta investigación donde queremos obtener un aditivo de calidad para probarlo en el concreto. No se mencionan los métodos en esta investigación por no haber sido las escogidas para la experiencia.

Selección del material: Se analizarán los agregados de la cantera (viscas), para desarrollar el concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  deseado. Dicha cantera está ubicada en el distrito de Carmen Salcedo, provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho aproximadamente a 10.90 km del centro de la ciudad.

Figura 14. Imagen satelital de la cantera.



Fuente: Google earth.

### **Análisis y ensayos de los agregados**

La calidad de este material es muy importante ya que constituye alrededor del 75% de la masa total de la composición. Rendimiento. Para obtener resultados para agregados gruesos y finos, según NTP, se realizarán diversos ensayos y se realizarán los siguientes ensayos de laboratorio, por un lado, determinación del tamaño de partícula, ensayos para lograr calidad aparente y densa, contenido de humedad, cálculo de agregados Medida de densidad aparente y absorbancia.

Aparatos y equipos

Pesas: Las balanzas con agregado fino y grueso utilizadas en trabajos de laboratorio deben tener un valor aproximado de 0,1 gramos. Tamices: Utilizados de acuerdo con la NTP 00.012, el mismo tipo debe instalarse en el marco para evitar la pérdida de material durante el tamizado. Horno El horno debe ser uniforme a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Además, durante las pruebas se pueden utilizar diferentes calidades y/o tamaños y herramientas de corte.

Del muestreo

El muestreo es el más importante, por lo que se considera la NTP 00.010. Las muestras que puedan ser específicas de las propiedades y condiciones del material que representan serán cuidadosamente examinadas. En esta etapa, luego del presecado del material, mediante el uso de cuatro juegos de equipos, mezcla completa de muestras Realizar particiones uniformes de conjuntos. El volumen.

Finalmente, conecte las dos partes del cuadrante correspondiente y repita hasta obtener el volumen requerido para la prueba de tamaño de partícula.

Análisis de los agregados

Para medidas compuestas, el uso de la cuadrícula dada en la parte descendente producirá los números estándar 2", 1", 1", 3/", 1/2", 3/8", 1/4". #4, #8, #16, #30, #50, #100 y #200

### **Granulometría agregado grueso**

La medición del tamaño de partícula del agregado grueso se realizó de acuerdo con la NTP 0.012 y la norma ASTM C33 (especificación estándar para agregados). Para ello se ha definido de acuerdo a los requisitos de la NTP 00.037. (requisito global para concreto), para el cual se ha utilizado el de ASTM N°04, está definido por el conjunto de cuadrículas #2", 1½", 1", 3/", 3/8", # Después de tamizar los resultados con el mayor tamaño nominal y % retenido en cada tamiz obtenido, ver tabla siguiente

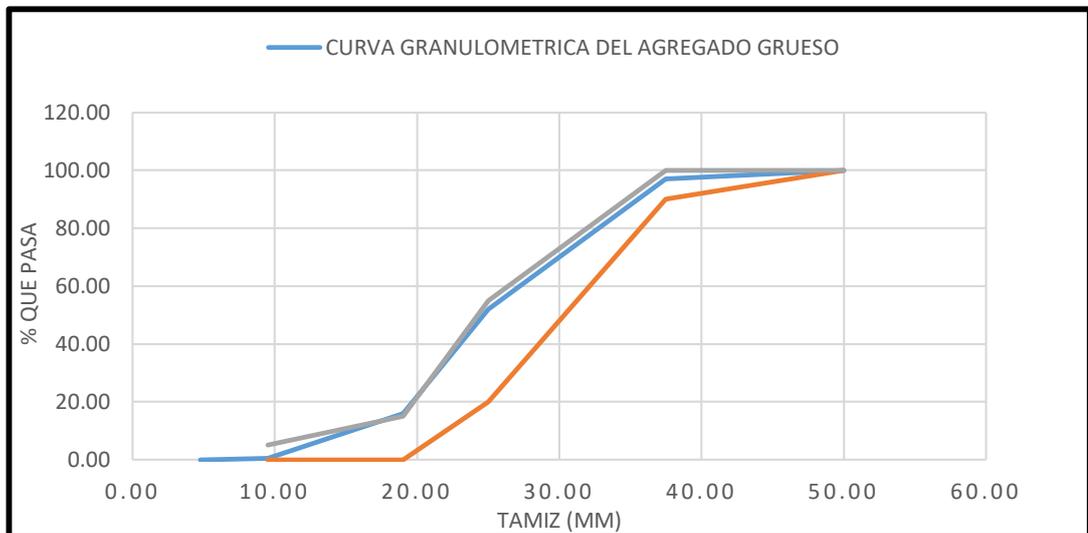
Tabla 9. Análisis granulométrico del agregado grueso

| ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO |               |                   |       |              |        |                  |      |
|---|---------------|-------------------|-------|--------------|--------|------------------|------|
| NORMA: NTP 400.012/ASTM C33                 |               |                   |       |              |        |                  |      |
| PROCEDENCIA: Andamarca -Viscas              |               |                   |       |              |        |                  |      |
| TIPO DE AGREGADO: PIEDRA CHANCADA           |               |                   |       |              |        |                  |      |
| Malla                                       | Abertura (Mm) | Material Retenido |       | % Acumulados |        | Especificaciones |      |
|   |               | (Gr)              | (%)   | Retenido     | Pasa   | Min.             | Max. |
| 2"  | 50            | 0                 | 0     | 0.0%         | 100.0% | 100              | 100  |
| 1 1/2"                                      | 37.5          | 146               | 2.9%  | 2.9%         | 97.1%  | 90               | 100  |
| 1"  | 25            | 2237.3            | 44.7% | 47.6%        | 52.4%  | 20               | 55   |
| 3/4"  | 19            | 1845.5            | 36.9% | 84.5%        | 15.5%  | 0                | 15   |
| 3/8"  | 9.5           | 750               | 15.0% | 99.5%        | 0.5    | 0                | 5    |
| N° 4  | 4.76          | 21.2              | 0.5%  | 100%         | 0.0%   |                  |      |
| TOTAL                                       |               | 5000.0            |       |              |        |                  |      |

Fuente: elaboración propia

Se comprobó que el ensayo se realizó considerando una muestra seca de masa 5000.0 gr y luego se determinó tamizar para obtener un TMN de 1" con un peso retenido de 2237.3 gr equivalente al 44.7%, dejando 2" para alcanzar la dimensión máxima.

Figura 15. La curva de granulometría del agregado grueso



Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** Podemos ver que el agregado grueso está dentro del rango especificado por ASTM C 33.

Figura 16. Determinación de granulometría de agregado grueso



Fuente: elaboración propia

### **Granulometría agregado fino**

con tamices de 3/8", #, #8, #16, #30, #50, #100, #200. Luego se obtiene la lisura módulo y porcentaje retenido por cada malla.

Tabla 10. Análisis granulométrico del agregado fino

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO |               |                   |       |              |        |                  |      |
|---|---------------|-------------------|-------|--------------|--------|------------------|------|
| NORMA: NTP400.012/ASTM C33                |               |                   |       |              |        |                  |      |
| PROCEDENCIA: Viscas-Andamarca             |               |                   |       |              |        |                  |      |
| TIPO DE AGREGADO: Arena gruesa            |               |                   |       |              |        |                  |      |
| Malla                                     | Abertura (Mm) | Material Retenido |       | % Acumulados |        | Especificaciones |      |
|   |               | (gr)              | (%)   | Retenido     | Pasa   | min.             | max. |
| 3/8"                                      | 9.5           |                   | 0.0%  | 0.0%         | 100.0% | 100              | 100  |
| N°4                                       | 4.75          | 25                | 3.1%  | 3.1%         | 96.9%  | 95               | 100  |
| N°8                                       | 2.36          | 156               | 19.5% | 22.6%        | 77.4%  | 80               | 100  |
| N°16                                      | 1.18          | 165               | 20.6% | 43.2%        | 56.8%  | 50               | 85   |
| N°30                                      | 0.6           | 176               | 22%   | 65.2%        | 34.8%  | 25               | 60   |
| N°50                                      | 0.3           | 125               | 15.7% | 80.9%        | 19.1%  | 5                | 30   |
| N°100                                     | 0.15          | 95                | 11.9% | 92.8%        | 7.2%   | 0                | 10   |
| Fondo                                     |               | 58                | 7.2%  | 100.0%       | 0.0%   |                  |      |
| TOTAL                                     |               | 800               |       |              |        |                  |      |

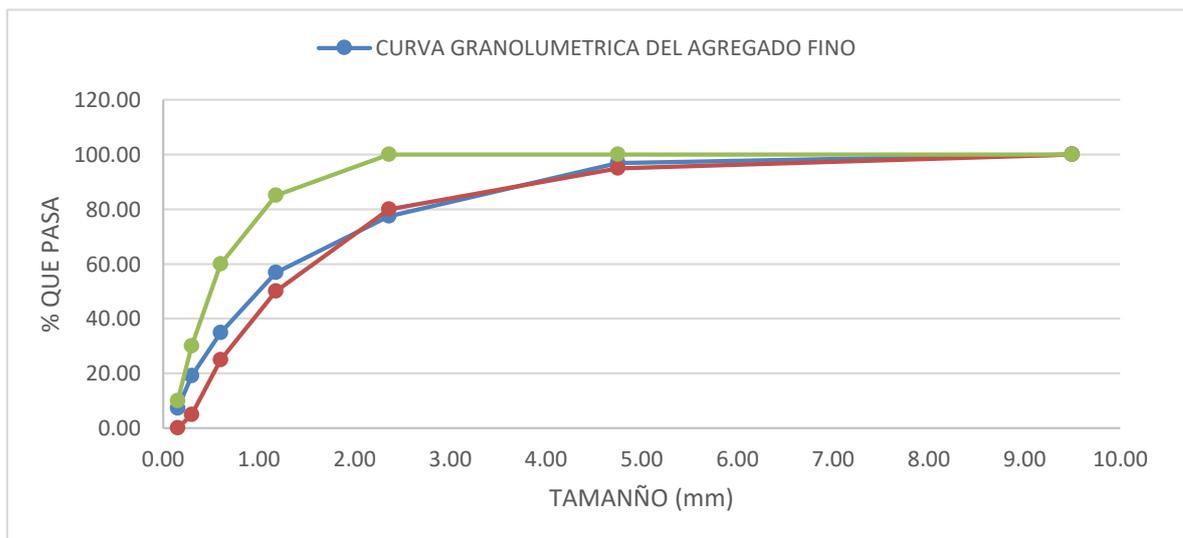
$$m_{fa} = \frac{\sum \% \text{ acumulados retenidos } (\#4 + \#8 + \#16 + \#30 + \#50 + \#100)}{100}$$

Calculando módulo de fineza de AF:

$$m_{fa} = \frac{\sum (3.1 + 22.6 + 43.2 + 65.2 + 80.9 + 92.8)}{100}$$

$$m_{fa} = 3$$

Figura 17. La curva de granulometría del agregado fino



Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** fino está dentro del rango especificado de la línea de grado.

### Contenido de humedad de los agregados

Expresado como la cantidad de agua en el agregado, como un porcentaje de la muestra que está completamente seca, conocer este resultado es importante para controlar la cantidad de agua en la mezcla total. Según la NTP 339.18

Del agregado grueso:

Tabla 11. Cantidad de humedad de agregado grueso

| Contenido de humedad (%) – agregado grueso |              |              |
|--|--------------|--------------|
| Descripción                                | M - 1        | M - 2        |
| Peso del recipiente (gr)                   | 35.6.        | 35.8         |
| Peso del recipiente + Agre. Húmedo (gr)    | 118.2        | 118.01       |
| Peso del recipiente + Agre. Seco (gr)      | 116.6        | 116.5        |
| Peso del Agre. Húmedo (gr)                 | 82.6         | 82.21        |
| Peso del Agre. seco (gr)                   | 81           | 80.7         |
| Peso del agua (gr)                         | 1.6          | 1.51         |
| Contenido de humedad (%)                   | <b>1.97%</b> | <b>1.87%</b> |

Fuente: elaboración propia

De la siguiente expresión:

$$P = \frac{W - D}{D} \times 100$$

$$M1 = \frac{82.6 - 81}{81} \times 100$$
$$M1 = 1.97\%$$

$$M2 = \frac{82.21 - 80.7}{80.7} \times 100$$
$$M2 = 1.87\%$$

Prom. del agregado grueso = 1.90%

Del agregado fino:

Tabla 12. Cantidad de humedad de agregado fino

| <b>Contenido de humedad (%) – agregado Fino</b> |              |              |
|---|--------------|--------------|
| <b>Descripción</b>                              | <b>M - 1</b> | <b>M - 2</b> |
| Peso del recipiente (gr)                        | 15.45        | 15.46        |
| Peso del recipiente + Agre. Húmedo (gr)         | 58.82        | 58.84        |
| Peso del recipiente + Agre. Seco (gr)           | 58.01        | 58.03        |
| Peso del Agre. Húmedo (gr)                      | 43.37        | 43.38        |
| Peso del Agre. seco (gr)                        | 42.56        | 42.57        |
| Peso del agua (gr)                              | 0.81         | 0.81         |
| Contenido de humedad (%)                        | <b>1.90</b>  | <b>1.91</b>  |

Fuente: elaboración propia

Por tanto, aplicando la expresión matemática anterior para encontrar la humedad media, tenemos 1,91%

### **Ensayo de peso unitario**

De igual manera, la densidad de compactación se obtuvo compactando el agregado en tres capas, 25 veces por capa, con varillas de 16 mm de diámetro y 60 cm de longitud, y luego nivelando las capas compactadas

Figura 18. peso unitario compactado de agregados



Fuente: elaboración propia

Tabla 13. Peso unitario del agregado grueso y fino

| Descripción                                   | Agre, Grueso | Agre. Fino  |
|---|--------------|-------------|
| Peso del recipiente (gr)                      | 5608.00      | 5608.00     |
| Peso del recipiente + muestra suelta (gr)     | 9938.45      | 11028.20    |
| Peso del recipiente + muestra compactada (gr) | 10356.45     | 11581.35    |
| Peso muestra suelta (gr)                      | 4330.45      | 5420.2      |
| Peso muestra compactada (gr)                  | 4748.45      | 5973.35     |
| Volumen del cilindro (cm <sup>3</sup> )       | 3200.29      | 3200.29     |
| P. Unitario suelto (gr/cm <sup>3</sup> )      | <b>1.35</b>  | <b>1.70</b> |
| P. unitario Compacto (gr/cm <sup>3</sup> )    | <b>1.48</b>  | <b>1.86</b> |

Fuente: elaboración propia

Prueba de peso específico del agregado grueso.

Para calcular esto, siga NTP 00.021. y MTC E206. .

Tabla 14. Peso específico y absorción del agregado grueso

| Descripción   | Muestra        |
|---|----------------|
| A Peso de la Muestra Seca en el aire (gr)                           | 3912.00        |
| B Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca en el aire (gr) | 3990.20        |
| C Peso de la Muestra Sumergida en el agua (gr)                      | 2462.00        |
| Peso del agua absorbida (gr) = B – C                                | <b>1528.20</b> |
| Peso específico aparente = A/(A-C)                                  | <b>2.70</b>    |
| Peso específico de la masa = A/(B – C)                              | <b>2.60</b>    |
| Absorción % = (B – A)*100/A   | <b>2.0</b>     |

Fuente: elaboración propia

Prueba de peso específico del agregado fino

Su cálculo sigue la NTP 00.022. y estándar MTC E205. Para obtener la densidad de grano promedio del agregado fino, no incluya vacíos intergranulares.

Tabla 15. Peso específico y absorción del agregado Fino

| Descripción |  | Muestra |
|-------------|--|---------|
| A           | Peso de la Muestra Seca al horno en el aire (gr)                             | 470.00  |
| B           | Peso del picnómetro lleno con agua (gr)                                      | 662.00  |
| C           | Peso del picnómetro con muestra y agua hasta la marca de la calibración (gr) | 962.00  |
| S           | Peso de la muestra saturada y superficialmente seca (gr)                     | 500.00  |
|             | Peso específico aparente = $A/(B+A-C)$                                       | 2.76    |
|             | Peso específico saturado con superficie seca = $S/(B+S-C)$                   | 2.50    |
|             | Peso específico de la masa = $A/(B+S-C)$                                     | 2.35    |
|             | Absorción % = $(S-A)*100/A$  | 6.38%   |

Fuente: elaboración propia

Tabla 16. Resumen de las características del agregado

| Parámetros                                  | Agregado    |             |
|---|-------------|-------------|
|   | Fino        | Grueso      |
| Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )   | 1700        | 1350        |
| Peso unitario compacto (kg/m <sup>3</sup> ) | 1860        | 1480        |
| Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )        | 2350        | 2600        |
| Módulo de fineza                            | 3           | -           |
| TMN (pulg.)                                 | -           | 1           |
| Absorción (%)                               | <b>6.38</b> | <b>2.0</b>  |
| Humedad (%)                                 | <b>1.91</b> | <b>1.90</b> |

Fuente: elaboración propia

Tabla 16. consistencia y asentamiento

| Consistencia | Asentamiento           |
|--------------|------------------------|
| Seca         | 0" (0mm) a 2" (50mm)   |
| Plástica     | 3" (75mm) a 4" (100mm) |
| Fluida       | >5" (125mm)            |

Fuente: Comité 211 ACI

## Cálculo de resistencia

Tabla 17. Cuadro para determinar la resistencia

| Resistencia promedio a la compresión     |  |
|--|--|
| $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) Especificada | $f'cr$ (kg/cm <sup>2</sup> ) Requerida |
| <210                                     | $F'c +70$                              |
| 210 a 350                                | $F'c +84$                              |
| >350                                     | $F'c +98$                              |

Fuente: Comité 211 ACI

Para  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, se diseñó para un  $f'cr = 294$  kg/cm<sup>2</sup>.

## Contenido de aire

Tabla 19. Cuadro para encontrar el contenido de aire atrapado

| Contenido de aire atrapado                |               |
|---|---------------|
| Tamaño máximo nominal del agregado grueso | Aire atrapado |
| 3/8"                                      | 3.0%          |
| 1/2"                                      | 2.5%          |
| 3/4"                                      | 2.0%          |
| 1"  | 1.5%          |
| 1 1/2"                                    | 1.0%          |
| 2"  | 0.5%          |
| 3"  | 0.3%          |
| 4"  | 0.2%          |

Fuente: Comité 211 ACI

Para el TMN de 1" de la tabla se obtiene 1.5% de contenido de aire.

Contenido de agua

Tabla 20. Cuadro para determinar volumen unitario de agua

| Agua en Lts/m <sup>3</sup> , para los tamaños máx. nominales de agregado y consistencia indicada |      |      |      |     |      |     |     |     |
|--|------|------|------|-----|------|-----|-----|-----|
| Asentamiento   | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1"  | 1.5" | 2"  | 3"  | 6"  |
| <b>Concretos sin aire incorporado</b>  |      |      |      |     |      |     |     |     |
| 1" a 2"  | 207  | 199  | 190  | 179 | 166  | 154 | 130 | 113 |
| 3" a 4"  | 228  | 216  | 205  | 193 | 181  | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7"  | 243  | 228  | 216  | 202 | 190  | 178 | 160 | —   |
| <b>Concretos con aire incorporado</b>  |      |      |      |     |      |     |     |     |
| 1" a 2"  | 181  | 175  | 168  | 160 | 160  | 142 | 122 | 107 |
| 3" a 4"  | 202  | 193  | 184  | 175 | 165  | 157 | 133 | 119 |
| 6" a 7"  | 216  | 205  | 197  | 184 | 174  | 166 | 154 | —   |

Fuente: Comité 211 ACI

Se obtiene el *contenido de agua de 193 litros*.

Relación de agua cemento

tabla 21. Cuadro para determinar la relación A/C por resistencia

| Relación: A/C de diseño en peso |                                      |                                      |
|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| f'cr<br>(28días)                | Concretos Sin<br>Aire<br>Incorporado | Concretos Con<br>Aire<br>Incorporado |
| 150                             | 0.8                                  | 0.71                                 |
| 200                             | 0.7                                  | 0.61                                 |
| 250                             | 0.62                                 | 0.53                                 |
| 300                             | 0.55                                 | 0.46                                 |
| 350                             | 0.48                                 | 0.4                                  |
| 400                             | 0.43                                 | —                                    |
| 450                             | 0.38                                 | —                                    |

Fuente: Comité 211 ACI

Para un factor promedio de resistencia  $f'_{cr}=294\text{kg/cm}^2$ , la relación de  $a/c=0.5584$ .

Contenido de cemento

De la relación de  $a/c= 0.56$ , se obtiene la masa del cemento, conocido el volumen de agua de 193 litros.

$$\frac{193}{\text{cemento}} = 0.5584$$

$$\text{cemento} = 345.63 \text{ kg}$$

$$\text{Factor cemento} = 345.63/42.5 = 8.13 \text{ bolsas}$$

Peso del agregado grueso

Tabla 22. Volumen de agregado grueso

| Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|
| TMN del Agregado Grueso   | 2.40 | 2.60 | 2.80 | 3.00 |
| 3/8"  | 0.50 | 0.48 | 0.46 | 0.44 |
| 1/2"  | 0.59 | 0.57 | 0.55 | 0.53 |
| 3/4"  | 0.66 | 0.64 | 0.62 | 0.60 |
| 1"  | 0.71 | 0.69 | 0.67 | 0.65 |
| 1 1/2"  | 0.76 | 0.74 | 0.72 | 0.70 |
| 2"  | 0.78 | 0.76 | 0.74 | 0.72 |
| 3"  | 0.81 | 0.79 | 0.77 | 0.75 |
| 6"  | 0.87 | 0.85 | 0.83 | 0.81 |

Fuente: Comité 211 ACI

$$\text{Peso del agregado grueso} = 0.65\text{m}^3 \times 1480\text{kg/m}^3 = 962 \text{ kg.}$$

Volumen absoluto

- $\text{Cemento} = \frac{345.63\text{kg}}{2800 \text{ kg/m}^3}$  ;  $\text{cemento} = 0.1232 \text{ m}^3$
- $\text{Agua} = \frac{193 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3}$  ;  $\text{agua} = 0.193 \text{ m}^3$
- $\text{Aire} = 1.5\%$  ;  $\text{aire} = 0.015 \text{ m}^3$

- $Agreg. grueso = \frac{962.0 \text{ kg}}{2600 \text{ kg/m}^3}$  ;  $Vol. A. grueso = 0.37 \text{ m}^3$

El Vol. del agregado fino será:

- $Vol. A. fino = 1 - (0.1232+0.193+0.015+0.37)$
- $Vol. A. fino = 0.30 \text{ m}^3$

Peso del agregado fino

Peso del agregado fino =  $0.30 \text{ m}^3 \times 2350 \text{ kg/m}^3 = 705 \text{ kg}$

Presentación del diseño en estado seco

- ✓ Cemento = 345.63kg
- ✓ Agregado fino = 962kg
- ✓ Agregado grueso = 705kg
- ✓ Agua = 193 lts

Corrección por humedad de los agregados

Agregado fino: sabemos que el contenido de humedad del AF es 1.91%

- Calculamos el 1.91% de valor de diseño del agregado fino:  
=  $1.91\% \times 962 \text{ kg} = 18.37 \text{ kg}$

Por consiguiente, Agregado fino =  $962 + 18.37 = 980.37 \text{ kg}$

Agregado grueso: sabemos que el contenido de humedad del AG es 1.9%

- Calculamos el 1.9% de valor de diseño del agregado grueso:  
=  $1.9\% \times 705 \text{ kg} = 13.40 \text{ kg}$

Por consiguiente, Agregado fino =  $705 + 13.40 = 718.40 \text{ kg}$

Ahora determinamos la humedad superficial del AF y AG: para ello al % contenido de humedad restaremos el % absorción.

- Hum. superficial del agregado fino =  $1.91\% - 6.38\% = -4.47\%$ 
  - Hum. superficial del agregado grueso =  $1.9\% - 2.0\% = -0.1\%$

Aporte de agua a la mezcla

- Aporte de H<sub>2</sub>O del agregado fino =  $980.37 \text{ kg} \times -4.47\% = -42.84 \text{ kg}$
- Aporte de H<sub>2</sub>O del agregado grueso =  $718.40 \text{ kg} \times -0.1\% = -0.71 \text{ kg}$
- Tota de aporte de agua =  $-42.84 + (-0.71) = -43.55 \text{ kg}$

### Agua efectiva

$$\text{Agua} = 193 + 43.55 = 236.55 \text{ litros}$$

Relación agua / cemento efectivo (corregida):  $236.55/345.6 = 0.68$

Relación a/c = 0.68 (corregida)

Proporción del diseño en peso (m<sup>3</sup>)

Peso de materiales corregidos para ser utilizado en la mezcla será:

| Cemento( kg) | A. Fino (kg) | A.grueso (kg) | Agua (lt) |
|--------------|--------------|---------------|-----------|
| 345.6        | 980.37       | 718.40        | 236.55    |

Proporción en volumen

| Cemento     | A. Fino      | A. Grueso    | Agua (lt/bolsa) |
|-------------|--------------|--------------|-----------------|
| 345.6/345.6 | 980.37/345.6 | 718.40/345.6 | 236.55/8.13     |

De la división a cada valor por 345.6 se obtiene.

En resumen: el diseño de mezcla por el método del comité 211 ACI, para la presente investigación es lo siguiente.

| Cemento | A. Fino | A. Grueso | Agua (lt/bolsa) |
|---------|---------|-----------|-----------------|
| 1.0     | 2.8     | 2.04      | 29.10           |

Diseño de mezcla para las diferentes dosificaciones (1m<sup>3</sup>)

Las dosificaciones con la adición del nopal (mucilago) se realizaron en función al peso de cemento según el diseño de mezcla que se tiene.

Tabla 23. Diseño de mezcla con la adición del mucilago de nopal en kg/m<sup>3</sup>

| <b>Materiales</b>                                      | <b>C°patron<br/>Adición<br/>0.00%</b> | <b>Adición<br/>01<br/>1.0%</b> | <b>Adición<br/>02<br/>1.5%</b> | <b>Adición<br/>03<br/>2.5%</b> | <b>Adición<br/>04<br/>3.0%</b> |
|--|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| <i>Peso del cemento<br/>(kg/m<sup>3</sup>)</i>         | 345.6                                 | 345.6                          | 345.6                          | 345.6                          | 345.6                          |
| <i>Peso del agregado<br/>fino (kg/m<sup>3</sup>)</i>   | 980.4                                 | 980.4                          | 980.4                          | 980.4                          | 980.4                          |
| <i>Peso del agregado<br/>grueso (kg/m<sup>3</sup>)</i> | 705                                   | 705                            | 705                            | 705                            | 705                            |
| <i>Agua (lt/m<sup>3</sup>)</i>                         | 236.55                                | 236.55                         | 236.55                         | 236.55                         | 236.55                         |
| <i>Aditivo nopal<br/>(kg/m<sup>3</sup>)</i>            |                                       | 3.46                           | 5.18                           | 8.64                           | 10.37                          |

*Fuente: Elaboración propia*

La adición del nopal (mucilago), en la mezcla del concreto que se realizó con las dosificaciones de 0.00%, 1.0% ,1.5%,2.5% y 3%. según el peso del cemento para lo cual se tiene respectivamente los siguientes resultados 0 gr ,3.46gr, 5.18gr,8.64 gr y 10.37gr, para cada dosificación.

se realizaron las 4 tandas y/o etapas de elaboración de concreto fresco, con las respectivas dosificaciones de 0%,1%,1.5%,2.5 y 3%.

Preparación del concreto en las probetas cilíndricas

Para este proyecto de investigación, las cantidades pronosticadas se muestran en la Tabla 8. Se deben preparar al menos 3 tubos de la misma potencia para cada edad experimental. Para vigas prismáticas, las pruebas de flexión se deben realizar después de 28 días, teniendo en cuenta 3 días, y para cada lote o paso de dosis, se debe preparar lo siguiente:

- Alisar o pulir superficies libres de hormigón con láminas de metal para identificar y marcar ladrillos con las dosis correspondientes.

Figura 19. Preparación de briquetas en los moldes de 4"x 8"



*Fuente: Fotografía propia*

Los dibujos representan el proceso de curado en un molde cilíndrico y el vertido del hormigón, compactación y pulido para fraguado y eventual desmoldeo.

Figura 20. Preparación de las vigas prismáticas de 15cm x 15cm x 60cm



Fuente: Fotografía propia

El número de muestras entre la pastilla redonda y la viga de borde se determina de acuerdo al número de ensayos, en esta investigación se tomaron 90 pastillas y 15 vigas de borde, el número de muestras cilíndricas se determina de acuerdo a la siguiente tabla N°30.

Tabla 24. Numero de muestras por cada tanda y/o dosificación

| <b>Características de la muestra</b><br><i>f'c=210kg/cm2</i> | <b>Briquetas de 4"x8"</b> |                 |                 |                 |                 | <b>Viga de 15x15x60 (cm)</b> |
|--|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------------|
|  | <b>Etapa 01</b>           | <b>Etapa 01</b> | <b>Etapa 01</b> | <b>Etapa 01</b> | <b>Etapa 01</b> |                              |
|  | <b>0.00%</b>              | <b>1.0%</b>     | <b>1.50%</b>    | <b>2.50%</b>    | <b>3.0%</b>     |                              |
| <i>C°patron</i>  | 18                        |                 |                 |                 |                 | 3                            |
| 0.00%  |                           | 18              |                 |                 |                 | 3                            |
| 1.0%   |                           |                 | 18              |                 |                 | 3                            |
| 1.50%  |                           |                 |                 | 18              |                 | 3                            |
| 2.50%  |                           |                 |                 |                 | 18              | 3                            |
| 3.00%  |                           |                 |                 |                 |                 | 3                            |

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Como se puede observar en la Tabla x, las 5 etapas de preparación de la mezcla se realizan con las dosis correspondientes de carmín (mucílago), en el siguiente orden, cada etapa de preparación estará definida por la cantidad de 18 briquetas y 3 viguetas.

### 3.6. Método de análisis de datos

“Mencionó que, en este punto, se realizarán diferentes operaciones sobre los datos obtenidos como se describe: clasificación, registro, tabulación y encriptación”

Interpretar resultados utilizando tablas descriptivas, tablas de comparación y gráficos de variables independientes y sus dimensiones.

En este estudio se utilizarán métodos inductivos debido a que estos métodos servirán de base para nuestras conclusiones luego de realizar investigaciones en campo y en laboratorio, los resultados del laboratorio serán analizados comparando las variables independientes de estos datos utilizando software y sus estadísticas utilizando el software Gráfico dimensional.

Prueba de normalidad: Se utiliza para juzgar si los datos obtenidos se distribuyen normalmente, es decir, se agrupan según la proporción. Estadísticas paramétricas o no paramétricas (coeficiente de correlación de Pearson para análisis estadístico paramétrico y coeficiente de correlación de Spearman para análisis estadístico no paramétrico)

### 3.7 Aspectos éticos

#### Respeto

El respeto es un valor que nos permite, como seres humanos, observar, apreciar y darnos cuenta del valor de nosotros mismos y de quienes nos rodean. Además, se basa en la ética y la moral, por lo que, si nos centramos en la calma académica, reconoceremos con firmeza el tipo de información que utilizamos en nuestro proyecto de investigación, renombraremos Autores y fuentes a través de referencias bibliográficas.

#### Honestidad

La honestidad es un valor que forma parte de la formación de la personalidad de una persona, donde incluye su autenticidad o veracidad. Académicamente, debemos ser honestos en nuestro uso o uso de cualquier fuente, citarla con precisión y no dejarla como si fuera nuestra propia información

#### IV. RESULTADOS

##### Ubicación de la zona de estudio.

Nombre de la tesis

"Aplicación del Nopal para modificar las propiedades del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho - 2022"

##### Ubicación política

El Jirón Lima se encuentra ubicada en la localidad de Andamarca la cual es capital de Carmen salcedo y a la vez de la provincia de Lucanas ubicada en el departamento Ayacucho, se ubica a 3 459 m s. n. m.

Figura 21. Mapa del distrito de Carmen salcedo



Fuente: Wikipedia

Para llegar a la jurisdicción Jirón Lima, se encuentran las siguientes rutas de acceso:

Tabla 25. Acceso al distrito de Carmen Salcedo

| PARTIDA    | DESTINO    | TIPO DE VIA | LONGITUD   | TIEMPO DE RECORRIDO |
|------------|------------|-------------|------------|---------------------|
| AYACUCHO   | HUANCAPI   | ASFALTADA   | 124.30 Km  | 3h 15min            |
| HUANCAPI   | QUEROBAMBA | ASFALTADA   | 125.70 Km  | 3h 25min            |
| QUEROBAMBA | ANDAMARCA  | ASFALTADA   | 111.28 K m | 3h 05min            |

Fuente: Elaboración propia

### **Clima**

El clima del distrito Carmen Salcedo es templado frío (templado frío con lluvias ocasionales en invierno) y templado en verano. La temperatura promedio, el rango de medición anual es de 10 a 16 grados centígrados con un rango de 6 grados. En cuanto a la radiación solar, hay dos fases bien diferenciadas. La humedad del aire en las regiones áridas es alta por dos motivos: por un lado, está lejos del mar, y, por otro lado, se debe a la baja evaporación del agua. El viento prevalece de sur a norte.

### **Trabajo de campo**

Lo primero que se realizó fue el análisis del área de estudio de las escamas de cal, que abarca

km. Con el propósito de determinar las características del pavimento duro (losas de concreto) Por otro lado, se analizó la zona del valle de Sondondo-Andamarca donde se obtendrá el nopal.

### **Acarreo de nopal**

El material del nopal se acarrió del anexo de Sondondo estando aproximadamente a 10 km del distrito de Carmen Salcedo.

### **Trabajo de laboratorio**

Para el presente proyecto, los resultados se obtuvieron al agregar el mucilago de nopal en porcentajes de 0% 1%1.5%25% y 3%.

Se ejecutó el diseño según el método comité ACI 211, para  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ , con agregados provenientes de la cantera de viscas-andamarca

se trabajó pruebas de resistencia a la compresión, tracción a los 7, 14, 28 días, y pruebas de laboratorio a flexión de vigas prismáticas a los 28 días.

**Objetivo 1.** Evaluar la influencia de la adición del nopal en las propiedades físicas del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2022.

De las propiedades del concreto fresco

Determinación de la consistencia (slump)

Para determinar el revenimiento, cuando se haya verificado que la mezcla en la mezcladora es completamente homogénea u homogénea, vierta una porción de la mezcla en el cono de Abrams, llene el molde vertiendo tres capas de concreto, compactando cada capa con 25 golpes de una Barras de  $\text{Ø}16\text{ mm} \times 60\text{ cm}$  de largo, Por lo tanto, se registró una verificación de un diseño de concreto estándar, que fue diseñado para tener un asentamiento continuo de 3" por cada dosis adicional de nopal.

Figura 22. Determinación del asentamiento



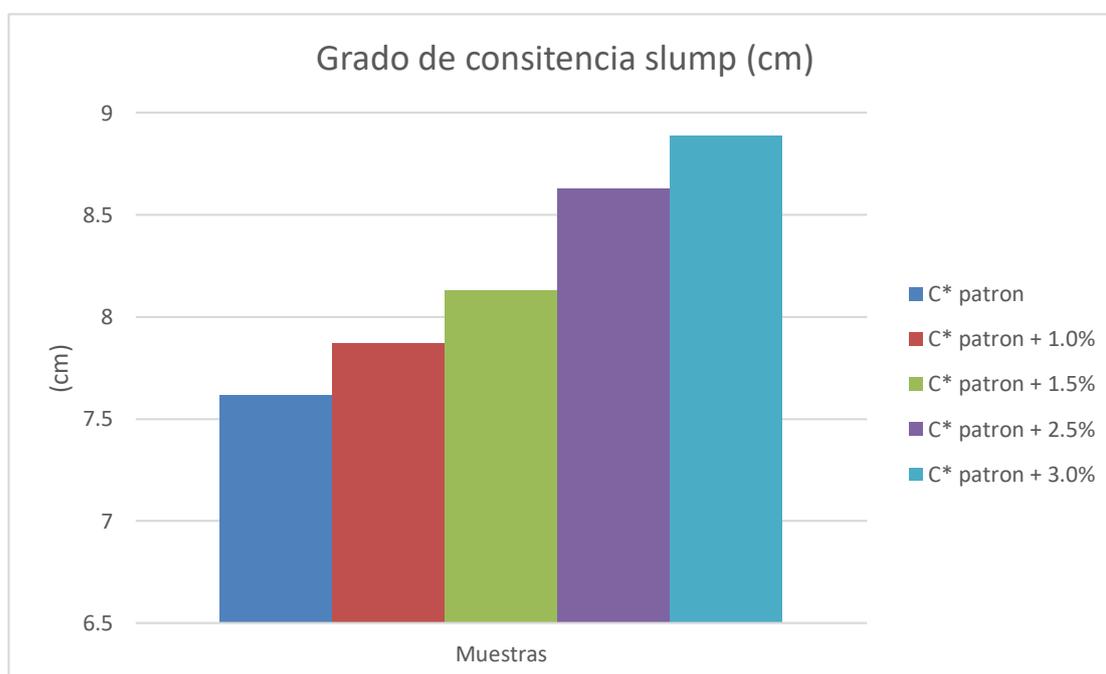
Fuente: fotografía propia

Tabla 26. Cuadro de asentamiento del concreto dosificado

| Características                 | SLUMP (pulg) | SLUMP(cm) |
|---------------------------------|--------------|-----------|
| C* patrón                       | 3            | 7.62      |
| C* con adición de nopal al 1.0% | 3.1          | 7.87      |
| C* con adición de nopal al 1.5% | 3.2          | 8.13      |
| C* con adición de nopal al 2.5% | 3.4          | 8.63      |
| C* con adición de nopal al 3.0% | 3.5          | 8.89      |

Fuente: elaboración propia

Figura 23. Determinación del asentamiento con adición del nopal



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:** En la Figura xx, podemos ver los resultados para la consistencia del concreto, donde el nivel de 3.0% hizo que el concreto se comportara mejor, logrando un valor mayor de 8.89 cm

## Determinación de la Exudación

Durante nuestra prueba, la temperatura se mantuvo entre 18° y 24°, se registró el tiempo inmediatamente después de la perturbación de la superficie de la muestra y se determinó la masa del recipiente que la contenía, y luego se colocaron la muestra y el recipiente anteriores. En una plataforma o piso no vibratorio, cubierto con material impermeable al agua para evitar la evaporación del agua, la cubierta permanece sobre la muestra durante todo el ensayo, excepto durante la succión..

Figura 24. Determinación de la exudación



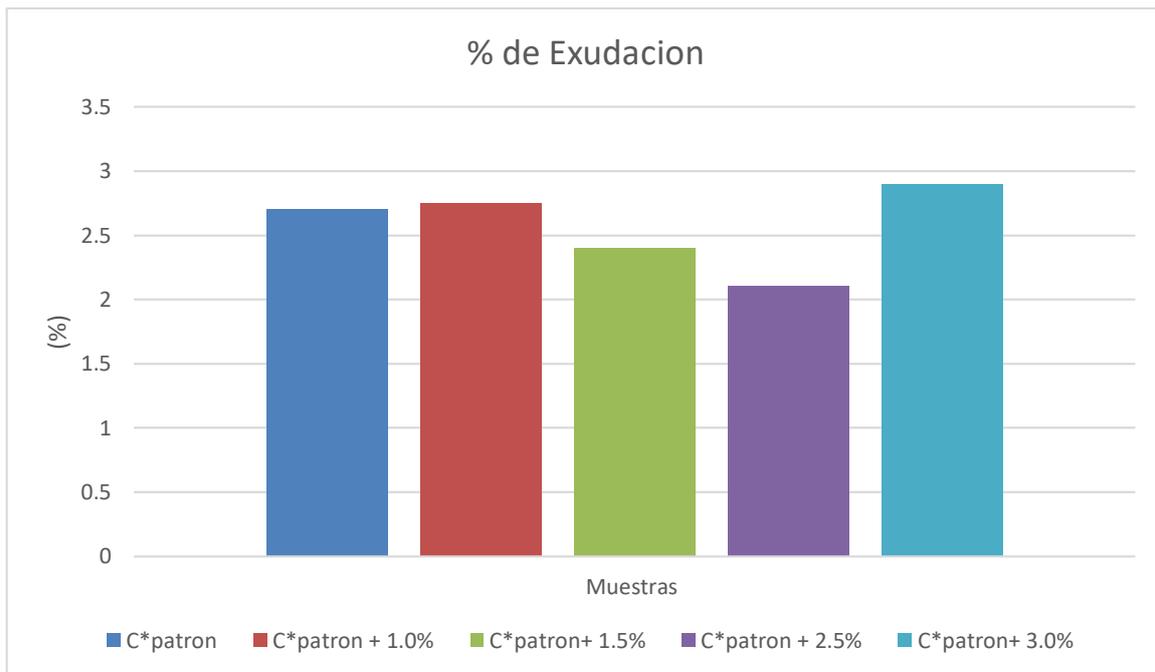
Fuente: fotografía propia

Tabla 27. cuadro de exudación del concreto dosificado

| Muestr                          | Tiempo (mnt) | Exudación (ml) | Masa del agua en la muestra de ensayo(g) | Porcentaje de exudación (%) | Porcentaje de exudación promedio(%) |
|---------------------------------|--------------|----------------|--|-----------------------------|-------------------------------------|
| C* patrón                       | 10.00        | 65             | 1857                                     | 3.50                        | 2.70                                |
|                                 | 20.00        | 58             | 1857                                     | 3.12                        |                                     |
|                                 | 30.00        | 49             | 1857                                     | 2.63                        |                                     |
|                                 | 40.00        | 29             | 1857                                     | 1.56                        |                                     |
| C* con adición de nopal al 1.0% | 10.00        | 69             | 1857                                     | 3.71                        | 2.75                                |
|                                 | 20.00        | 57             | 1857                                     | 3.01                        |                                     |
|                                 | 30.00        | 46             | 1857                                     | 2.47                        |                                     |
|                                 | 40.00        | 34             | 1857                                     | 1.83                        |                                     |
| C* con adición de nopal al 1.5% | 10.00        | 58             | 1857                                     | 3.12                        | 2.40                                |
|                                 | 20.00        | 43             | 1857                                     | 2.31                        |                                     |
|                                 | 30.00        | 41             | 1857                                     | 2.20                        |                                     |
|                                 | 40.00        | 35             | 1857                                     | 1.88                        |                                     |
| C* con adición de nopal al 2.5% | 10.00        | 54             | 1857                                     | 2.90                        | 2.11                                |
|                                 | 20.00        | 41             | 1857                                     | 2.20                        |                                     |
|                                 | 30.00        | 37             | 1857                                     | 2.0                         |                                     |
|                                 | 40.00        | 25             | 1857                                     | 1.34                        |                                     |
| C* con adición de nopal al 3.0% | 10.00        | 60             | 1857                                     | 3.23                        | 2.9                                 |
|                                 | 20.00        | 58             | 1857                                     | 3.12                        |                                     |
|                                 | 30.00        | 57             | 1857                                     | 3.01                        |                                     |
|                                 | 40.00        | 48             | 1857                                     | 2.58                        |                                     |

Fuente: elaboración propia

Figura 25. Determinación del porcentaje de exudación



Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** En la figura 25 notamos los resultados de la exudación del concreto donde la dosis de 3.0% hace que el concreto presente la mayor exudación, consiguiendo un valor de exudación mayor a de la muestra patrón.

**Objetivo 2.** Evaluar la influencia de la adición del nopal en las propiedades mecánicas del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2022.

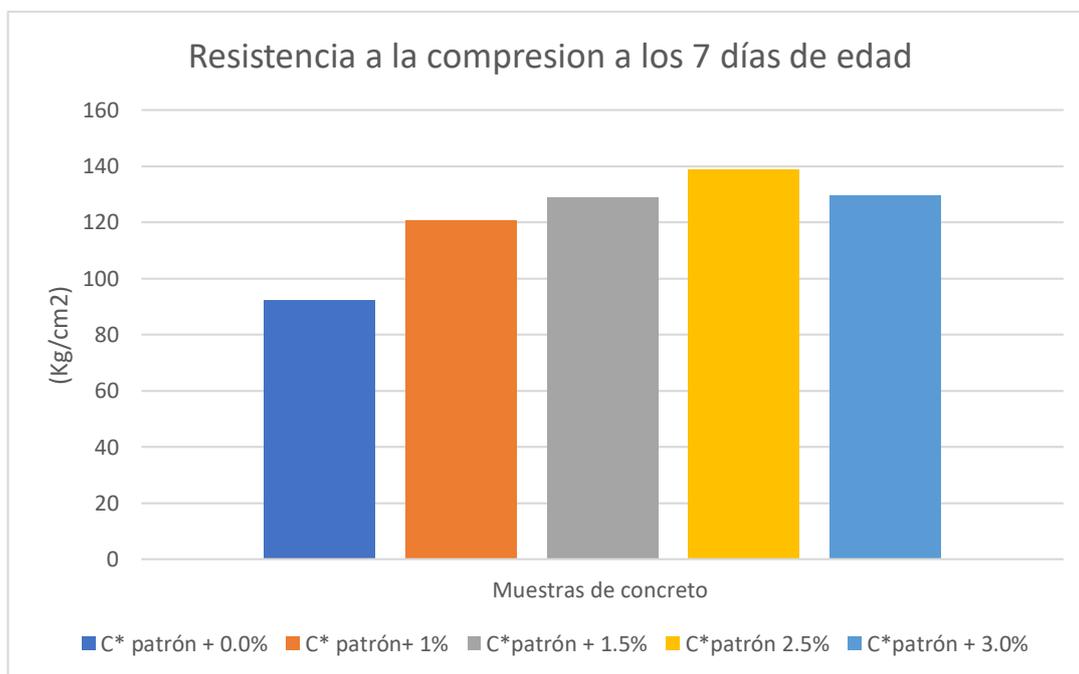
De las propiedades del concreto endurecido tenemos al Ensayo de resistencia a la compresión y tracción en los 7 días

Tabla 28. Resultado de resistencia a la compresión a los 7 días de edad

| Muestra      | % de Nopal | Diámetro (cm) | Lectura (kgf) | Resistencia a Rotura (kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio F'c (kg/cm <sup>2</sup> ) | % de resistencia |
|--------------|------------|---------------|---------------|--|------------------------------------|------------------|
| C* patrón A  | 0.0%       | 10.16         | 6970.47       | 86.5                                       | 92.4                               | 44.0             |
| C* patrón B  |            | 10.16         | 8574.10       | 106.4                                      |                                    |                  |
| C* patrón C  |            | 10.16         | 6785.14       | 84.2                                       |                                    |                  |
| C* pA + 1.0% | 1.0%       | 10.16         | 10105.18      | 125.4                                      | 120.8                              | 48.95            |
| C* pB + 1.0% |            | 10.16         | 9315.46       | 115.6                                      |                                    |                  |
| C* pC + 1.0% |            | 10.16         | 9790.90       | 121.5                                      |                                    |                  |
| C* pA + 1.5% | 1.5%       | 10.16         | 10354.90      | 128.5                                      | 128.7                              | 61.30            |
| C* pB + 1.5% |            | 10.16         | 10588.68      | 131.4                                      |                                    |                  |
| C* pC + 1.5% |            | 10.16         | 10177.70      | 126.3                                      |                                    |                  |
| C* pA + 2.5% | 2.5%       | 10.16         | 11402.57      | 141.5                                      | 138.8                              | 66.10            |
| C* pB + 2.5% |            | 10.16         | 10894.90      | 135.2                                      |                                    |                  |
| C* pC + 2.5% |            | 10.16         | 11241.41      | 139.5                                      |                                    |                  |
| C* pA + 3.0% | 3.0%       | 10.16         | 10266.34      | 127.4                                      | 129.6                              | 61.70            |
| C* pB + 3.0% |            | 10.16         | 10620.91      | 131.8                                      |                                    |                  |
| C* pC + 3.0% |            | 10.16         | 10435.57      | 129.5                                      |                                    |                  |

Fuente: elaboración propia

Figura 26. Grafica de resistencia promedio a la compresión a los 7 días



Fuente elaboración propia

**Interpretación:** De la figura 26; se observa que la resistencia a compresión incrementa con la adición gradual del mucilago de nopal en dosificaciones de 0.0% 1.0%, 1.5% 2.5% y 3.0% con resistencia promedio de 92.4 kg/cm<sup>2</sup>, 120.8

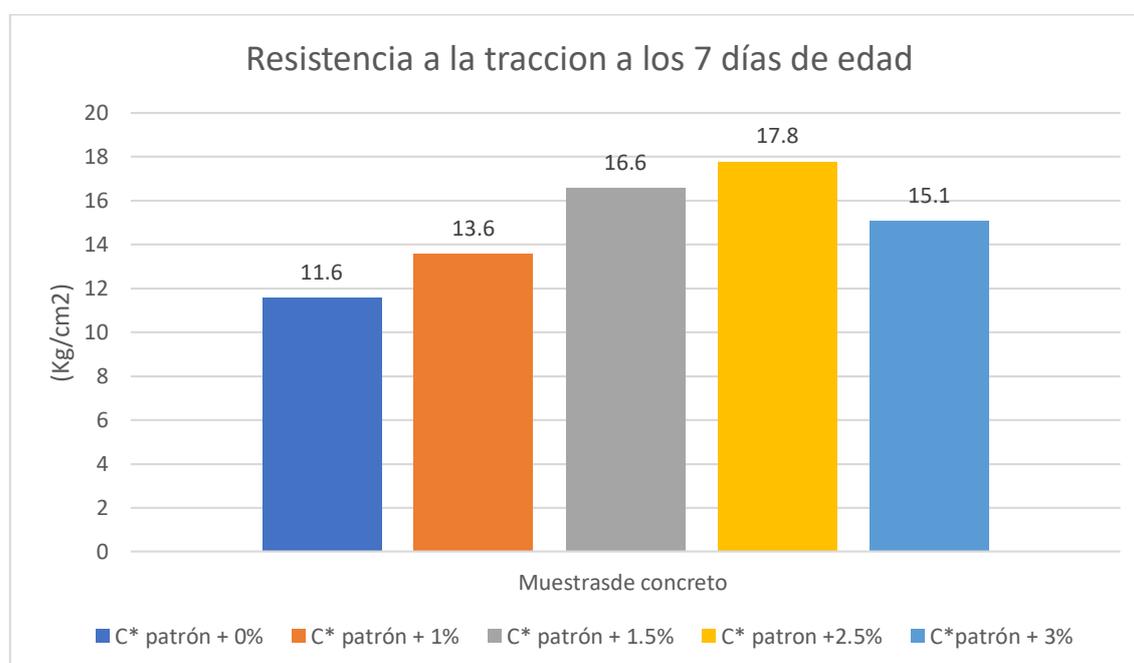
kg/cm<sup>2</sup> 128.7 kg/cm<sup>2</sup>, 138.8 kg/cm<sup>2</sup> y 129.6 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, esto con referencia al valor promedio del concreto patrón de 92.4 kg/cm<sup>2</sup>, Por lo tanto, la adición en 2.5% en los primeros 7 días logro un resultado superior en 22.10% más al del concreto patrón.

Tabla 29. Resultado de resistencia a la tracción a los 7 días

| Muestra      | % de Nopal | Diámetro | Longitud prom. (cm) | Lectura (kgf) | Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia Prom. f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------|------------|----------|---------------------|---------------|---|---|
| C* patrón A  | 0.0%       | 10.16    | 20                  | 3574.88       | 11.2  | 11.6  |
| C* patrón B  |            | 10.16    | 20                  | 3702.55       | 11.6  |   |
| C* patrón C  |            | 10.16    | 20                  | 3862.14       | 12.1  |   |
| C* pA + 1.0% | 1.0%       | 10.16    | 20                  | 4340.92       | 13.6  | 13.6  |
| C* pB + 1.0% |            | 10.16    | 20                  | 4277.09       | 13.4  |   |
| C* pC + 1.0% |            | 10.16    | 20                  | 4404.76       | 13.8  |   |
| C* pA + 1.5% | 1.5%       | 10.16    | 20                  | 5266.56       | 16.5  | 16.6  |
| C* pB + 1.5% |            | 10.16    | 20                  | 5170.81       | 16.2  |   |
| C* pC + 1.5% |            | 10.16    | 20                  | 5458.07       | 17.1  |   |
| C* pA + 2.5% | 2.5%       | 10.16    | 20                  | 5777.26       | 18.1  | 17.8  |
| C* pB + 2.5% |            | 10.16    | 20                  | 5585.75       | 17.5  |   |
| C* pC + 2.5% |            | 10.16    | 20                  | 5713.42       | 17.9  |   |
| C* pA + 3.0% | 3.0%       | 10.16    | 20                  | 4947.38       | 15.5  | 15.10                                       |
| C* pB + 3.0% |            | 10.16    | 20                  | 4819.70       | 15.1  |   |
| C* pC + 3.0% |            | 10.16    | 20                  | 4755.86       | 14.9  |   |

Fuente; elaboración propia

Figura 27. Grafica de resistencia a la tracción a los 7 días.



Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** De la figura 27 se observa que la resistencia a tracción incrementa con la adición en dosificaciones de 0.0% 1.0% 1.5% 2.5% y 3.0% con resistencia promedio de 11.6 kg/cm<sup>2</sup>, 13.6 kg/cm<sup>2</sup>, 16.6 kg/cm<sup>2</sup>, 17.8 kg/cm<sup>2</sup> y 15.10 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, esto con referencia al valor promedio del concreto patrón de 11.6-kg/cm<sup>2</sup>, Por lo tanto, la adición en 3.0% en los primeros 7 días logro un resultado superior al concreto patrón.

### Ensayo de resistencia a la compresión y tracción en los 14 días

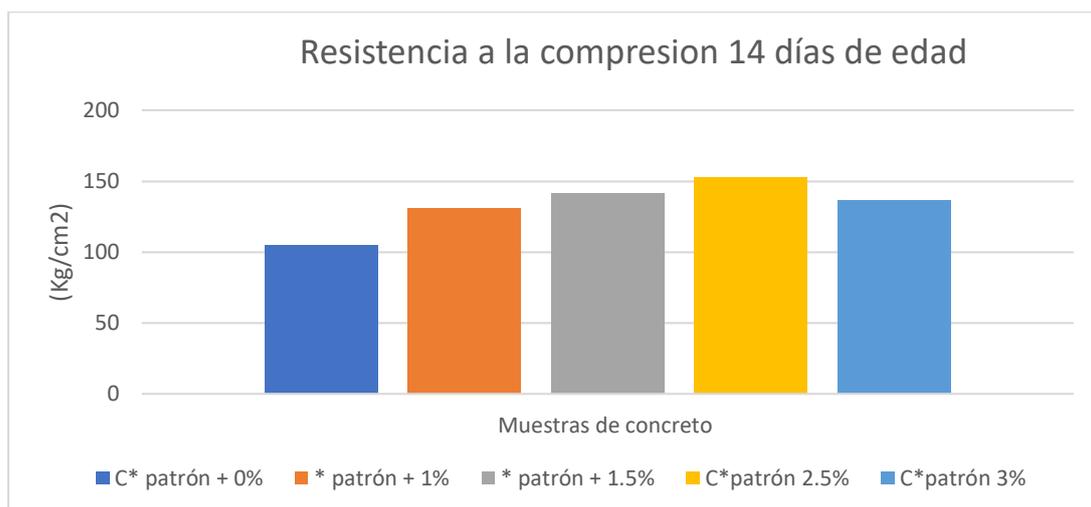
Para el segundo ensayo de resistencia a la compresión y tracción se realizaron a los 14 días.

Tabla 30. Resultado de resistencia a la compresión a los 14 días de edad

| Muestra      | % de Nopal | Diámetro | Lectura (kgf) | Resistencia Rotura (kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio F'c (kg/cm <sup>2</sup> ) | % de resistencia |
|--------------|------------|----------|---------------|--|------------------------------------|------------------|
| C* patrón A  | 0.0%       | 10.16    | 8259.82       | 102.5                                    | 105.1                              | 50.10            |
| C* patrón B  |            | 10.16    | 8429.04       | 104.6                                    |                                    |                  |
| C* patrón C  |            | 10.16    | 8719.14       | 108.2                                    |                                    |                  |
| C* pA + 1.0% | 1.0%       | 10.16    | 10588.68      | 131.4                                    | 131.1                              | 62.43            |
| C* pB + 1.0% |            | 10.16    | 10435.57      | 129.5                                    |                                    |                  |
| C* pC + 1.0% |            | 10.16    | 10669.27      | 132.4                                    |                                    |                  |
| C* pA + 1.5% | 1.5%       | 10.16    | 11378.40      | 141.2                                    | 141.4                              | 67.30            |
| C* pB + 1.5% |            | 10.16    | 11241.41      | 139.5                                    |                                    |                  |
| C* pE + 1.5% |            | 10.16    | 11555.69      | 143.4                                    |                                    |                  |
| C* pA + 2.5% | 2.5%       | 10.16    | 12200.35      | 151.4                                    | 152.60                             | 72.60            |
| C* pB + 2.5% |            | 10.16    | 12377.64      | 153.6                                    |                                    |                  |
| C* pC + 2.5% |            | 10.16    | 12305.11      | 152.7                                    |                                    |                  |
| C* pA + 3.0% | 3.0%       | 10.16    | 10927.12      | 135.6                                    | 136.8                              | 65.14            |
| C* pB + 3.0% |            | 10.16    | 11152.77      | 138.4                                    |                                    |                  |
| C* pC + 3.0% |            | 10.16    | 10999.66      | 136.5                                    |                                    |                  |

*Fuente: elaboración propia*

Figura 28. Grafica de resistencia a la compresión a los 14 días



Fuente: elaboración propia

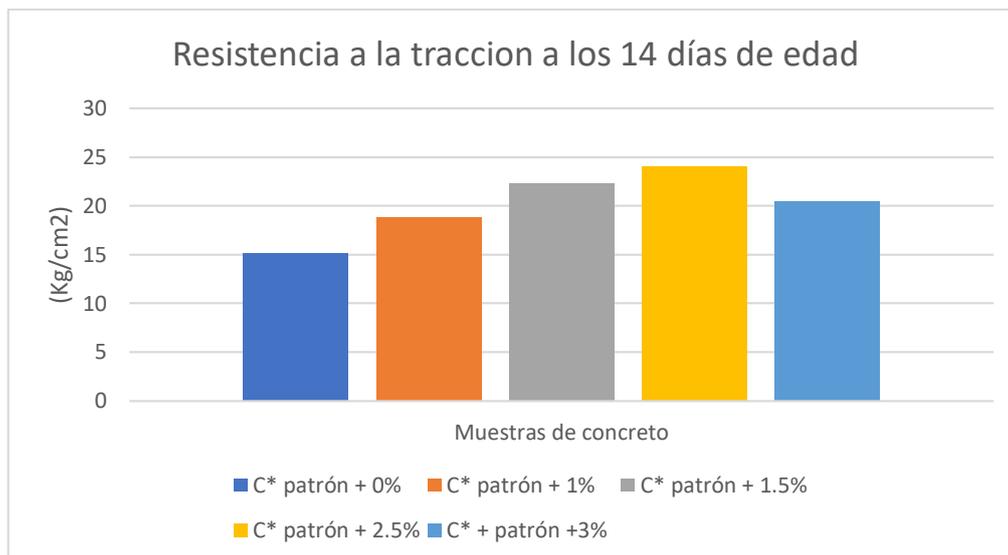
**Interpretación:** De la figura 28; se observa que la resistencia a compresión incrementa con la adición en dosificaciones de 0.0% 1.0% 1.5% 2.5% y 3.0% con resistencia promedio de 105.1kg/cm<sup>2</sup>, 131.1kg/cm<sup>2</sup>, 141.4 kg/cm<sup>2</sup>, 152.60 kg/cm<sup>2</sup> y 136.8kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente

Tabla 31. Resultado de resistencia a la tracción a los 14 días de edad.

| Muestra      | % de Nopal | Diámetro | Longitud prom. (cm) | Lectura (kgf) | Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia Pprom. f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------|------------|----------|---------------------|---------------|---|--|
| C* patrón A  | 0.0%       | 10.16    | 20                  | 4851.62       | 15.2  | 15.13  |
| C*patrón B   |            | 10.16    | 20                  | 4755.86       | 14.9  |  |
| C* patrón C  |            | 10.16    | 20                  | 4883.54       | 15.3  |  |
| C* pA + 1.0% | 1.0%       | 10.16    | 20                  | 5904.93       | 18.5  | 18.80  |
| C* pB + 1.0% |            | 10.16    | 20                  | 6096.45       | 19.1  |  |
| C* pC + 1.0% |            | 10.16    | 20                  | 6000.70       | 18.8  |  |
| C* pA + 1.5% | 1.5%       | 10.16    | 20                  | 7277.43       | 22.8  | 22.36  |
| C* pB + 1.5% |            | 10.16    | 20                  | 6990.17       | 21.9  |  |
| C* pC + 1.5% |            | 10.16    | 20                  | 7149.76       | 22.4  |  |
| C* pA + 2.5% | 2.5%       | 10.16    | 20                  | 7692.39       | 24.1  | 22.90  |
| C* pB + 2.5% |            | 10.16    | 20                  | 7628.54       | 23.9  |  |
| C* pC + 2.5% |            | 10.16    | 20                  | 7756.21       | 24.3  |  |
| C* pA + 3.0% | 3.0%       | 10.16    | 20                  | 6543.31       | 20.5  | 20.50  |
| C* pB + 3.0% |            | 10.16    | 20                  | 6511.40       | 20.4  |  |
| C* pC + 3.0% |            | 10.16    | 20                  | 6639.06       | 20.8  |  |

Fuente: elaboración propia

Figura 29. Grafica de resistencia a la tracción a los 14 días



Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** De la figura 29; se observa que la resistencia a tracción incrementa con la adición gradual en dosificaciones de 0.0% 1.0% 1.5% 2.5% y 3.0% con resistencia promedio de 15.13kg/cm<sup>2</sup>, 18.80kg/cm<sup>2</sup>, 22.36 kg/cm<sup>2</sup>, 22.90 kg/cm<sup>2</sup> y 20.50 kg/cm<sup>2</sup>.

#### Ensayo de resistencia a la compresión y tracción a los 28 días

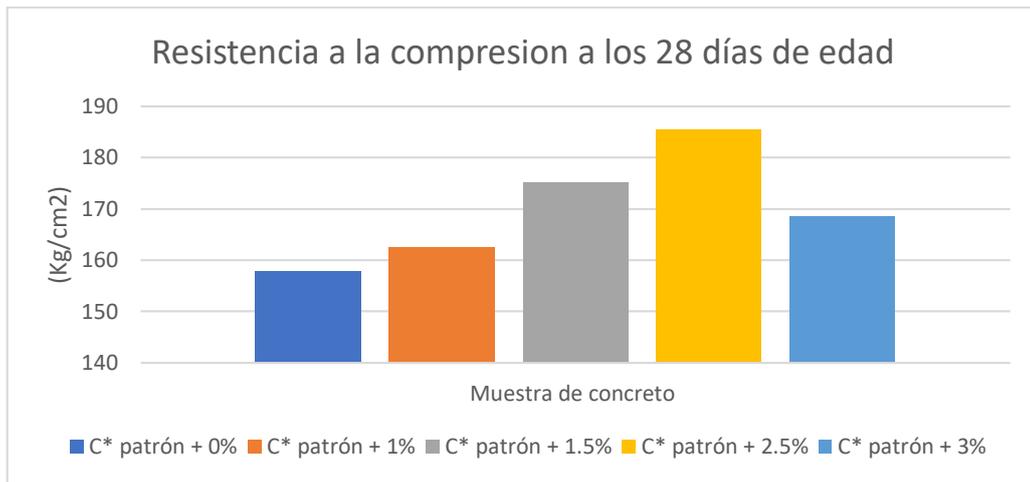
Para el ensayo número 3 se realizaron resistencia a la compresión y tracción,

Tabla 32. Resultado de resistencia a la compresión a los 28 días de edad

| Muestra      | % de Nopal | Diámetro | Lectura (kgf) | Resistencia a Rotura (kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio F'c (kg/cm <sup>2</sup> ) | % de resistencia |
|--------------|------------|----------|---------------|--|------------------------------------|------------------|
| C* patrón A  | 0.0%       | 10.16    | 12635.51      | 156.8                                      | 157.80                             | 75.14            |
| C* patrón B  |            | 10.16    | 12659.68      | 157.1                                      |                                    |                  |
| C* patrón C  |            | 10.16    | 12853.08      | 159.5                                      |                                    |                  |
| C* pA + 1.0% | 1.0%       | 10.16    | 13006.19      | 161.4                                      | 162.45                             | 81.23            |
| C* pB + 1.0% |            | 10.16    | 13062.59      | 162.1                                      |                                    |                  |
| C* pC + 1.0% |            | 10.16    | 13203.62      | 163.85                                     |                                    |                  |
| C* pA + 1.5% | 1.5%       | 10.16    | 14094.07      | 174.9                                      | 175.20                             | 87.60            |
| C* pB + 1.5% |            | 10.16    | 13981.25      | 173.5                                      |                                    |                  |
| C* pC + 1.5% |            | 10.16    | 14279.41      | 177.2                                      |                                    |                  |
| C* pA + 2.5% | 2.5%       | 10.16    | 14899.90      | 184.9                                      | 185.40                             | 88.30            |
| C* pB + 2.5% |            | 10.16    | 14924.08      | 185.2                                      |                                    |                  |
| C* pC + 2.5% |            | 10.16    | 14996.60      | 186.1                                      |                                    |                  |
| C* pA + 3.0% | 3.0%       | 10.16    | 13546.10      | 168.1                                      | 168.50                             | 84.25            |
| C* pB + 3.0% |            | 10.16    | 13529.98      | 167.9                                      |                                    |                  |
| C* pC + 3.0% |            | 10.16    | 13658.92      | 169.5                                      |                                    |                  |

Fuente: elaboración propia

Figura 30. Grafica de resistencia a la compresión a los 28 días



Fuente: elaboración propia

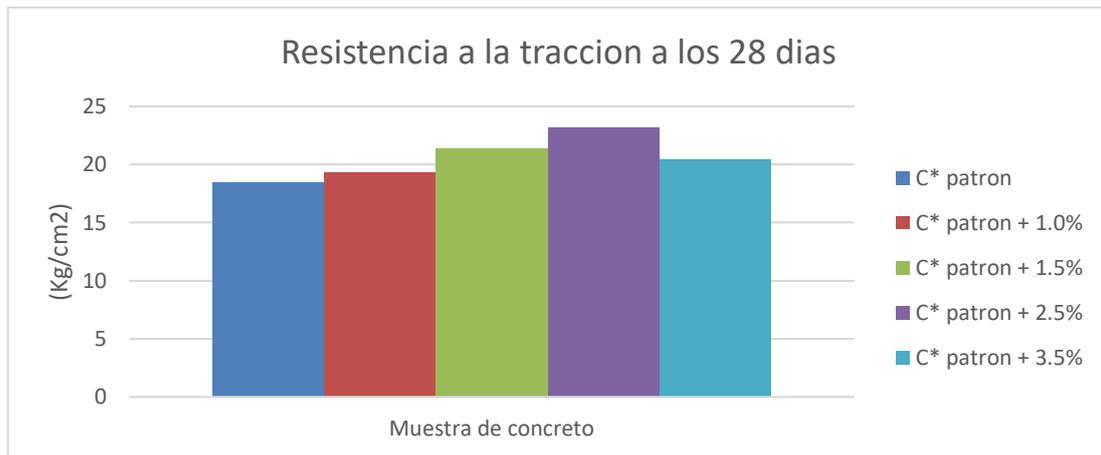
**Interpretación:** De la figura 30; se observa que la resistencia a compresión incrementa con la adición gradual en dosificaciones de 0.0% 1.0% 1.5% 2.5% y 3.0% con resistencia promedio de 157.80 kg/cm<sup>2</sup>, 162.45 kg/cm<sup>2</sup>, 175.20 kg/cm<sup>2</sup>, 185.40 kg/cm<sup>2</sup> y 168.50kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, Por lo tanto, la adición en 2.5 % en los 28 días logro un resultado superior en 13.16%

Tabla 33. Resultado de resistencia a la tracción a los 28 días de edad.

| Muestra      | % de Nopal | Diámetro | Longitud prom. (cm) | Lectura (kgf) | Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia Pprom. f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------|------------|----------|---------------------|---------------|---|--|
| C* patrón A  | 0.0%       | 10.16    | 20                  | 5713.42       | 17.9  | 18.50  |
| C* patrón B  |            | 10.16    | 20                  | 5777.26       | 18.1  |  |
| C* patrón C  |            | 10.16    | 20                  | 6224.12       | 19.5  |  |
| C* pA + 1.0% | 1.0%       | 10.16    | 20                  | 6096.45       | 19.1  | 19.30  |
| C* pB + 1.0% |            | 10.16    | 20                  | 6032.61       | 18.9  |  |
| C* pC + 1.0% |            | 10.16    | 20                  | 6351.80       | 19.9  |  |
| C* pA + 1.5% | 1.5%       | 10.16    | 20                  | 6734.82       | 21.1  | 21.40  |
| C* pB + 1.5% |            | 10.16    | 20                  | 6639.06       | 20.8  |  |
| C* pC + 1.5% |            | 10.16    | 20                  | 7117.84       | 22.3  |  |
| C* pA + 2.5% | 2.5%       | 10.16    | 20                  | 7373.20       | 23.1  | 23.20  |
| C* pB + 2.5% |            | 10.16    | 20                  | 7181.68       | 22.5  |  |
| C* pC + 2.5% |            | 10.16    | 20                  | 7660.46       | 24.0  |  |
| C* pA + 3.0% | 3.0%       | 10.16    | 20                  | 6766.74       | 21.2  | 20.40  |
| C* pB + 3.0% |            | 10.16    | 20                  | 6415.63       | 20.1  |  |
| C* pC + 3.0% |            | 10.16    | 20                  | 6351.80       | 19.9  |  |

Fuente: elaboración propia

Figura 31. Grafica de resistencia a la tracción a los 28 días



Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** De la figura 31; se observa que la resistencia a tracción incrementa con la adición gradual del mucilago de nopal en dosificaciones de 0.00%, 1.0% ,1.5%, 2.5% y 3.0% con resistencia promedio de 18.50 kg/cm<sup>2</sup>, 19.30kg/cm<sup>2</sup>, 21.40kg/cm<sup>2</sup>, 23.20kg/cm<sup>2</sup> y 20.40 kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto, la adición en 2.5% en los 28 días logro un resultado superior al concreto patrón.

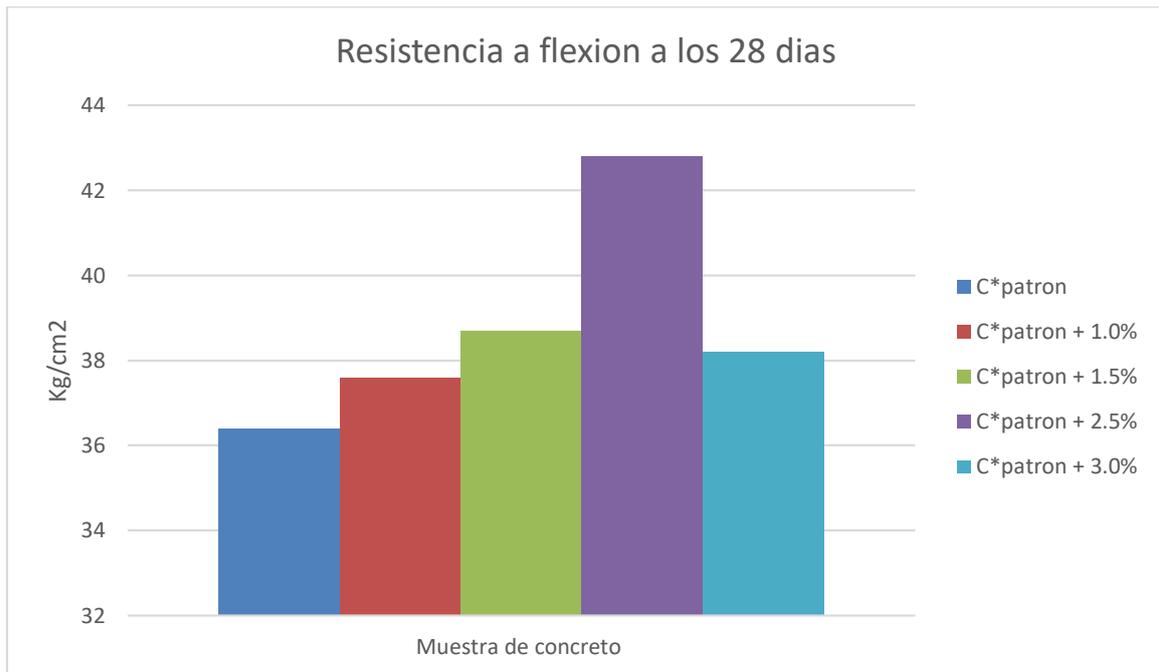
#### Ensayos de resistencia a la flexión

Tabla 34. Resultado de resistencia a la flexión a los 28 días de edad

| Muestra      | % de nopal | Ancho Prom (mm) | Altura Prom (mm) | Longitud de la luz (mm) | Carga aplicada (kg) | Carga aplicada (N) | Módulo de rotura (Mpa) | Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia Prom. (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------|------------|-----------------|------------------|-------------------------|---------------------|--------------------|------------------------|--|---|
| C* patrón A  | 0.0%       | 150             | 150              | 540                     | 1503.56             | 14750              | 3.54                   | 36.1                                   | 36.40                                   |
| C* patrón B  |            | 150             | 150              | 540                     | 1495.07             | 14666.7            | 3.52                   | 35.9                                   |   |
| C* patrón C  |            | 150             | 150              | 540                     | 1550.28             | 15208.3            | 3.65                   | 37.2                                   |   |
| C* pA + 1.0% | 1.0%       | 150             | 150              | 540                     | 1537.54             | 15083.3            | 3.62                   | 36.9                                   | 37.60                                   |
| C* pB + 1.0% |            | 150             | 150              | 540                     | 1546.03             | 15166.6            | 3.64                   | 37.1                                   |   |
| C* pC + 1.0% |            | 150             | 150              | 540                     | 1613.90             | 15833.3            | 3.80                   | 38.8                                   |   |
| C* pA + 1.5% | 1.5%       | 150             | 150              | 540                     | 1558.70             | 15291.6            | 3.67                   | 37.5                                   | 38.70                                   |
| C* pB + 1.5% |            | 150             | 150              | 540                     | 1592.76             | 15625.0            | 3.75                   | 38.2                                   |   |
| C* pC + 1.5% |            | 150             | 150              | 540                     | 1681.95             | 16500.0            | 3.96                   | 40.4                                   |   |
| C* pA + 2.5% | 2.5%       | 150             | 150              | 540                     | 1715.93             | 16833.3            | 4.04                   | 41.20                                  | 42.80                                   |
| C* pB + 2.5% |            | 150             | 150              | 540                     | 1741.41             | 17083.3            | 4.10                   | 41.80                                  |   |
| C* pC + 2.5% |            | 150             | 150              | 540                     | 1890.07             | 18541.6            | 4.45                   | 45.40                                  |   |
| C* pA + 3.0% | 3.0%       | 150             | 150              | 540                     | 1563.03             | 15333.3            | 3.68                   | 37.60                                  | 38.20                                   |
| C* pB + 3.0% |            | 150             | 150              | 540                     | 1584.26             | 15541.6            | 3.73                   | 38.10                                  |   |
| C* pC + 3.0% |            | 150             | 150              | 540                     | 1618.24             | 15875.0            | 3.81                   | 38.90                                  |   |

Fuente: elaboración propia

Figura 32. Resistencia promedio a la flexión a los 28 días de curado



Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** De la figura 32; se observa que la resistencia a la flexión incrementa con la adición en dosificaciones de 0.0%, 1.0%, 1.5%, 2.5% y 3.0% con resistencia promedio de 36.40 kg/cm<sup>2</sup>, 37.60 kg/cm<sup>2</sup>, 38.70 kg/cm<sup>2</sup>, 42.80 kg/cm<sup>2</sup> y 38.20 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

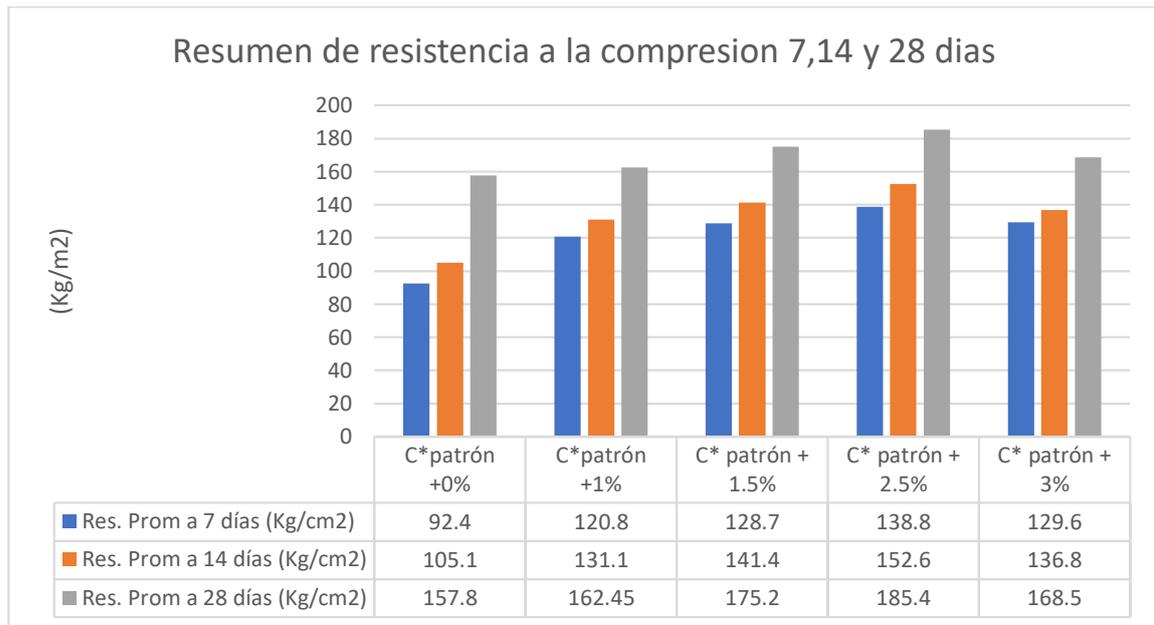
**Resumen de los ensayos a la compresión a los 7, 14 y 28 días**

Tabla 35. Resumen de resultados de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días

| Muestra         | % de nopal | Res. Prom a 7 días (kg/cm <sup>2</sup> ) | Res. Prom a 14 días (kg/cm <sup>2</sup> ) | Res. Prom a 28 días (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------|------------|--|---|---|
| C* patrón       | 0.0%       | 92.4                                     | 105.1                                     | 157.80                                    |
| C°Patrón + 1.0% | 1.0%       | 120.8                                    | 131.1                                     | 162.45                                    |
| C°Patrón + 1.5% | 1.5%       | 128.7                                    | 141.4                                     | 175.20                                    |
| C°Patrón + 2.5% | 2.5%       | 138.8                                    | 152.60                                    | 185.40                                    |
| C°Patrón + 3.0% | 3.0%       | 129.6                                    | 136.8                                     | 168.50                                    |

Fuente: elaboración propia

Figura 33. Grafica resumen de resistencia a la compresión a 7,14 y 28 días



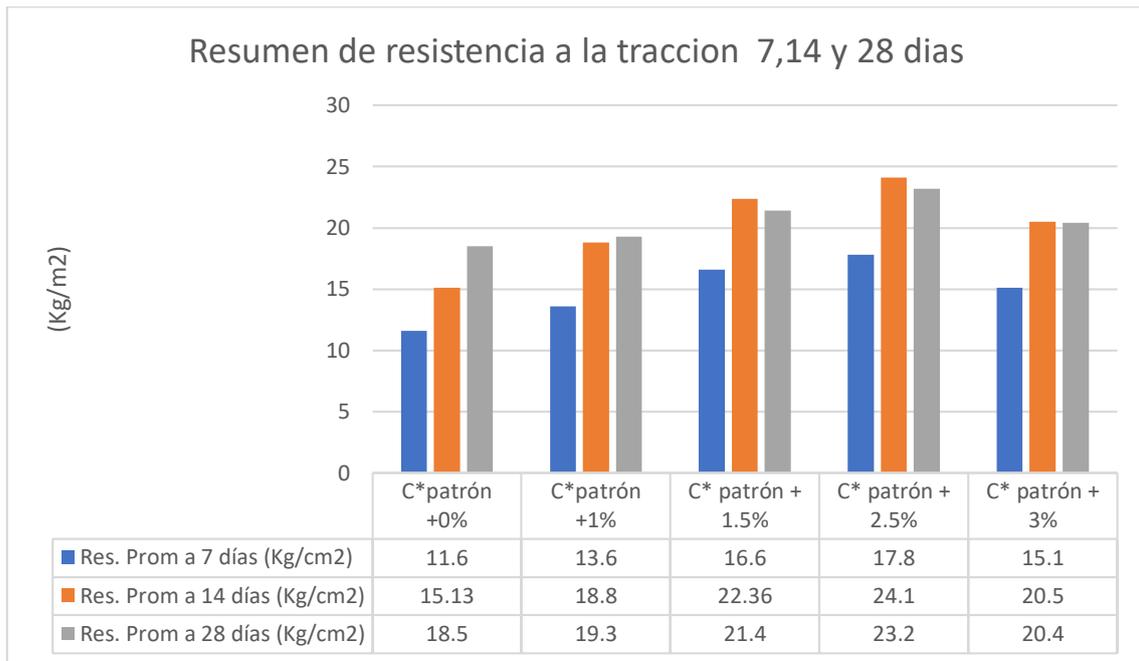
Fuente: elaboración propia

Tabla xx. resumen de resistencia a la tracción a los 7,14 y 28 días

| Muestra         | % de nopal | Res. Prom a 7 días (kg/cm2) | Res. Prom a 14 días (kg/cm2) | Res. Prom a 28 días (kg/cm2) |
|-----------------|------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| C* Patrón       | 0.0%       | 11.6                        | 15.13                        | 18.50                        |
| C°Patrón + 1.0% | 1.0%       | 13.6                        | 18.80                        | 19.30                        |
| C°Patrón + 1.5% | 1.5%       | 16.6                        | 22.36                        | 21.40                        |
| C°Patrón + 2.5% | 2.5%       | 17.8                        | 24.10                        | 23.20                        |
| C°Patrón + 3.0% | 3.0%       | 15.10                       | 20.50                        | 20.40                        |

Fuente: elaboración propia

Figura 34. Grafica de resumen de resistencia a la tracción a 7,14 y 28 días



Fuente: elaboración propia

**Interpretación:** Se observa en la figura 34 que al adicionar en una proporción al 2.5%, el concreto incrementa su resistencia a la tracción en todas sus edades en comparación con las demás dosificaciones.

## V. DISCUSION

**Objetivo específico 1:** Evaluar la influencia de la adición del nopal en las propiedades físicas del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2022.

Para **Manriquez Novoa Fabricio** (2018), en su artículo de investigación tuvo como resultado que el grado de consistencia(smlup) del hormigón en la muestra patrón fue de 7.87 cm y al adicionar 1.3%, 1.95% y 2.6% el resultado fue de 6.35 cm, 6.60 cm y 6.30cm por lo tanto resulto disminuyendo el grado de consistencia con respecto a la muestra patrón en: -19.32%, -16.14% y 19.95% respectivamente

En nuestra investigación el grado de consistencia(slump) de la muestra patrón C\*patron fue de 7.62 cm, y al adicionar 1.0%, 1.5%, 2.5% y 3% el resultado fue: 7.87 cm, 8.13 cm, 8.63cm y 8.89cm respectivamente; aumentando el grado de consistencia respecto a la muestra patrón en: +3.28%, +6.7%, +13.25% y +16.67% respectivamente.

Para Manríquez Novoa Fabricio (2018), al adicionar en 1.3%, 1.95% y 2.6% disminuyo el grado de consistencia con respecto a la muestra patrón en: -19.32%, -16.14% y 19.95%, en la presente investigación al adicionar el mucilago de nopal en 1.0%, 1.5%, 2.5% y 3% aumento el grado de consistencia respecto a la muestra patrón en: +3.28%, +6.7%, +13.25% y +16.67%, por consiguiente, existe DISCREPANCIA en los resultados.

**Objetivo específico 2:** Evaluar la influencia de la adición del nopal en las propiedades mecánicas del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2022.

### **Resistencia a la compresión**

Para Inga Julca, Thalía Gianella (2019) en su tesis de investigación tuvo como resultado que la resistencia a la compresión en la muestra patrón fue de 220.25 kg/cm<sup>2</sup> y al adicionar el nopal en 1.0%, 3.0% y 5.0% el resultado fue de 215.0kg/cm<sup>2</sup>, 229.55 kg/cm<sup>2</sup> y 220.40 kg/cm<sup>2</sup> por consiguiente se observó que al añadir un 3.0% aumento dicha resistencia en un 4.22% más respecto al patrón

En nuestra investigación la resistencia a la compresión en la muestra patrón fue de 157.80kg/cm<sup>2</sup>, y al adicionar 1.0%, 1.5%, 2.5% y 3.0% el resultado fue:

162.45 kg/cm<sup>2</sup>, 175.20 kg/cm<sup>2</sup>, 185.40 kg/cm<sup>2</sup> y 168.50 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente; incrementando la resistencia respecto a la muestra patrón en: 6.09%, 12.46%, 13.16% y 9.11% respectivamente.

Para Inga Julca, Thalía Gianella (2019), al adicionar el nopal en 1.0%, 3.0% y 5.0% el resultado fue de 215.0 kg/cm<sup>2</sup>, 229.55 kg/cm<sup>2</sup> y 220.40 kg/cm<sup>2</sup> por consiguiente se observó que al añadir un 3.0% aumento dicha resistencia en un 4.22% más respecto al patrón, y en la presente investigación al adicionar 1.0%, 1.5%, 2.5% y 3.0% de mucilago de nopal fue: 162.45 kg/cm<sup>2</sup>, 175.20 kg/cm<sup>2</sup>, 185.40 kg/cm<sup>2</sup> y 168.50 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente; por consiguiente se observó que al añadir un 2.5% aumento dicha resistencia en un 17.50% respecto a la muestra patrón, existiendo una coincidencia en los resultados.

### **Resistencia a la tracción**

Para Inga Julca, Thalía Gianella (2019) en su tesis de investigación tuvo como resultado que la resistencia a la tracción en la muestra patrón fue de 19.60 kg/cm<sup>2</sup> y al adicionar en 1.0%, 3.0% y 5.0% el resultado fue de 19.54 kg/cm<sup>2</sup>, 20.82 kg/cm<sup>2</sup> y 18.90 kg/cm<sup>2</sup> por consiguiente se observó que al añadir un 3.0% dicha resistencia en un 6.22% más respecto al patrón.

En nuestra investigación la resistencia a la tracción en la muestra patrón fue de 18.50 kg/cm<sup>2</sup>, y al adicionar 1.0%, 1.5%, 2.5% y 3.0% el resultado fue: 19.30 kg/cm<sup>2</sup>, 21.40 kg/cm<sup>2</sup>, 23.20 kg/cm<sup>2</sup> y 20.40 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente; incrementando la resistencia respecto al patrón.

Para Inga Julca, Thalía Gianella (2019), al adicionar en 1.0%, 3.0% y 5.0% el resultado fue de 19.54 kg/cm<sup>2</sup>, 20.82 kg/cm<sup>2</sup> y 18.90 kg/cm<sup>2</sup> por consiguiente se observó que al añadir un 3.0% aumento dicha resistencia en un 6.22% más respecto al patrón, y en la presente investigación al adicionar 1.0%, 1.5%, 2.5% y 3.0% de mucilago de nopal fue: 19.30 kg/cm<sup>2</sup>, 21.40 kg/cm<sup>2</sup>, 23.20 kg/cm<sup>2</sup> y 20.40 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente; por consiguiente se observó que al añadir un 2.5% aumento dicha resistencia en un 25.40% respecto a la muestra patrón, existiendo una coincidencia en los resultados.

### **Resistencia a la flexión**

Para Inga Julca, Thalía Gianella (2019) en su tesis de investigación tuvo como resultado que la resistencia a la flexión en la muestra patrón fue de 48.13 kg/cm<sup>2</sup> y

al adicionar en 1.0%,3.0% y 5.0% el resultado fue de 49.35 kg/cm<sup>2</sup>, 51.50 kg/cm<sup>2</sup> y 56.80 kg/cm<sup>2</sup> por consiguiente se observó que al añadir un 5.0% de aumento dicha resistencia en un 18.01% más respecto al patrón.

En nuestra investigación la resistencia a la flexion en la muestra patrón fue de 36.40 kg/cm<sup>2</sup>, y al adicionar 1.0%, 1.5%, 2.5% y 3.0% el resultado fue: 37.60 kg/cm<sup>2</sup>, 38.70 kg/cm<sup>2</sup>, 42.80 kg/cm<sup>2</sup> y 38.20 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente; incrementando la resistencia respecto al patrón.

Para Inga Julca, Thalía Gianella (2019), al adicionar el nopal en 1.0%,3.0% y 5.0% el resultado fue de 49.35 kg/cm<sup>2</sup>, 51.50 kg/cm<sup>2</sup> y 56.80 kg/cm<sup>2</sup> por consiguiente se observó que al añadir un 5.0% aumento dicha resistencia en un 18.01% más respecto al patrón, y en la presente investigación al adicionar 1.0%, 1.5%, 2.5% y 3.0% fue: 37.60 kg/cm<sup>2</sup>, 38.70 kg/cm<sup>2</sup>, 42.80 kg/cm<sup>2</sup> y 38.20 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente; por consiguiente se observó que al añadir un 2.5% aumento dicha resistencia en un 17.58% respecto a la muestra patrón ,existiendo una coincidencia en los resultados

**Objetivo específico 3:** Evaluar la influencia de la dosificación del nopal en las propiedades del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2021

Para Samuel Ramirez Arellana (2016) en su tesis de investigación obtuvo como resultado que la resistencia a la compresión en la muestra patrón fue de 241.11 kg/cm<sup>2</sup> y al a en 1.5% y 2.5% el resultado fue de 270.40 kg/cm<sup>2</sup>, y 265.45 kg/cm<sup>2</sup> por consiguiente se observó que al añadir un 1.5% aumento dicha resistencia en un 11.90% más respecto al patrón.

En nuestra investigación la resistencia a la compresión en la muestra patrón fue de 157.80kg/cm<sup>2</sup>, y al adicionar 1.0%, 1.5%, 2.5% y 3.0% el resultado fue: 162.45 kg/cm<sup>2</sup>, 175.20 kg/cm<sup>2</sup>, 185.40 kg/cm<sup>2</sup> y 168.50 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente; incrementando la resistencia respecto a la muestra patrón en: 6.09%, 12.46%, 13.16% y 9.11% respectivamente.

Para Samuel Ramirez Arellana (2016), al en 1.5% y 2.5% el resultado fue de 270.40 kg/cm<sup>2</sup>, y 265.45 kg/cm<sup>2</sup> por consiguiente se observó que al añadir un 1.5% de mucilago de nopal aumento dicha resistencia en un 11.90% más respecto al patrón, y en la presente investigación al adicionar 1.0%, 1.5%, 2.5% y 3.0% de el resultado fue: 162.45 kg/cm<sup>2</sup>, 175.20 kg/cm<sup>2</sup>, 185.40 kg/cm<sup>2</sup> y 168.50 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente; por consiguiente se observó que al añadir un 2.5% aumento dicha resistencia en un 17.50% respecto a la muestra patrón ,existiendo una coincidencia en los resultados.

Para Samuel Ramirez Arellana (2016), en su artículo de obtuvo como resultado que el grado de consistencia(smlup) del hormigón en la muestra patrón fue de 8.0 cm y al adicionar 1.5%, y 2.5% el resultado fue 7.0 cm, y 7.5 cm por la tanto resulto disminuyendo el grado de consistencia con respecto a la muestra patrón en: -12.5% y -6.25% respectivamente.

En nuestra investigación el grado de consistencia(slump) de la muestra patrón C\*patron fue de 7.62 cm, y al adicionar 1.0%, 1.5%, 2.5% y 3% el resultado fue: 7.87 cm, 8.13 cm, 8.63cm y 8.89cm respectivamente; aumentando el grado de consistencia respecto a la muestra patrón en: +3.28%, +6.7%, +13.25% y +16.67% respectivamente. (ver gráfico).

Para Samuel Ramirez Arellana (2016) , al adicionar en 1.5%, y 2.5% disminuyo el grado de consistencia con respecto a la muestra patrón en: -12.5% y -6.25% ,en la presente investigación al en 1.0%, 1.5%, 2.5% y 3% aumento el grado de consistencia respecto a la muestra patrón en: +3.28%, +6.7%, +13.25% y +16.67%, por consiguiente, existe DISCREPANCIA en los resultados.

## VI. CONCLUSIONES

1.- De las propiedades físicas con adición del mucilago de nopal para el pavimento rígido como losa de concreto se tiene:

- Al adicionar 1.0%, 1.5%, 2.5% y 3% el resultado fue: 7.87 cm, 8.13 cm, 8.63cm y 8.89cm respectivamente; aumentando el grado de consistencia respecto a la muestra patrón en: +3.28%, +6.7%, +13.25% y +16.67% respectivamente., cumpliendo con el valor mínimo exigido por la NTP 339.035 y MTC suelos y pavimentos.

2.- De las propiedades mecánicas con adición del mucilago de nopal para el pavimento rígido como losa de concreto se tiene:

- Al adicionar 1.0%, 1.5%, 2.5% y 3.0% el resultado fue: 162.45 kg/cm<sup>2</sup>, 175.20 kg/cm<sup>2</sup>, 185.40 kg/cm<sup>2</sup> y 168.50 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente; incrementando la resistencia a la compresión respecto a la muestra patrón en: 6.09%, 12.46%, 13.16% y 9.11% respectivamente, cumpliendo con la NTP 339.034 y MTC suelos y pavimentos 2014.
- Al adicionar 1.0%, 1.5%, 2.5% y 3.0% el resultado fue: 19.30 kg/cm<sup>2</sup>, 21.40 kg/cm<sup>2</sup>, 23.20 kg/cm<sup>2</sup> y 20.40 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente; incrementando la resistencia a la tracción indirecta respecto al patrón, cumpliendo con la NTP 339.084 y MTC suelos y pavimentos 2014.
- Al adicionar 1.0%, 1.5%, 2.5% y 3.0% el resultado fue: 37.60 kg/cm<sup>2</sup>, 38.70 kg/cm<sup>2</sup>, 42.80 kg/cm<sup>2</sup> y 38.20 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente; incrementando la resistencia a la flexión en un 13.82% respecto al patrón cumpliendo con la NTP 339.078 y MTC suelos y pavimentos 2014.

3.- De las diferentes dosificaciones con el mucilago de nopal en las propiedades del pavimento rígido se tiene:

- Al adicionar 1.0%, 1.5%, 2.5% y 3% el resultado fue: 7.87 cm, 8.13 cm, 8.63cm y 8.89cm respectivamente; aumentando el grado de consistencia respecto a la muestra patrón en: +3.28%, +6.7%, +13.25% y +16.67% respectivamente.
- Al adicionar 1.0%, 1.5%, 2.5% y 3% el resultado fue: 7.87 cm, 8.13 cm, 8.63cm y 8.89cm respectivamente; aumentando el grado de consistencia

respecto a la muestra patrón en: +3.28%, +6.7%, +13.25% y +16.67% respectivamente.

- De las diferentes adiciones presentan mejores resultados en cuanto al 2.5% de dosificación de mucilago de nopal.

## VII. RECOMENDACIONES

1. En concordancia a los resultados extraídos en mi tesis, la adición del nopal(mucilago), logra intensificar la resistencia a la compresión, tracción y flexión del pavimento rígido (como losa de concreto), se recomienda investigar para otro tipo de diseño de un pavimento rígido en otra situación climática, incorporando el mucilago de nopal.
2. Se recomienda con respecto al tratamiento del producto, se debe tratar tanto la muestra del nopal como producto con sumo cuidado, de igual manera tener en consideración su obtención, cuidado y traslado, así mismo registrarlos por fechas y horas para facilitar el reconocimiento y manipulación de las muestras y no alterar los resultados.
3. Se recomienda con respecto al ensayo de la compresión registrar las lecturas más precisas y objetivas dentro de los límites programados así evitar errores técnicos que alteren los resultados, de igual manera el equipo debe estar calibrado presentando confiabilidad en los resultados.
4. Se recomienda realizar estudios e investigaciones con adición de nopal(mucilago) en mayores porcentajes para poder obtener niveles óptimos de las adiciones de dicho aditivo natural para mejorar las propiedades físico-mecánicas del pavimento rígido (losa de concreto).

## REFERENCIAS

PEREZ DEL AGUILA, YURI LOANA Y PLASENCIA RENGIFO (2020), Yoly Janifer “determinación de la resistencia a compresión de un concreto de alta resistencia utilizando mucilago de aloe barbadensis, san martin – 2020

CRISTINA JHOANI PRIMO CUBAS (2014). Efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (*Opuntia ficus-Indica*) en la resistencia a compresión del concreto

INGA JULCA, THALÍA GIANELLA (2019). Influencia de la adición de mucílago de nopal (*Opuntia ficus-índica*) en las propiedades mecánicas del concreto permeable

M.SC. MAX ANDERSON HUERTA MAZA (2020). “Uso del extracto del mucilago del cactus como aditivo y su influencia en la consistencia y en la resistencia a la compresión del concreto”

VILCAS PAINADO, CESAR VLADIMIR (2019). Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de tierra comprimida con adición de mucílago de nopal en la ciudad de Huancayo, año 2019

QUIÑONES RAMIREZ, OMAR JUAN Y VILLACORTA PAREDES CRISTIAN BRANCO (2018) “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

ROJAS RODRIGUEZ, NEYSTER LEDOMAR (2019). Aditivos de origen natural para el concreto y su efecto en la resistencia a la compresión para edificaciones urbanas. una revisión sistemática entre los años 2009 - 2019”

ANDRÉS A. TORRES-ACOSTA, CESAR E. CELIS-MENDOZA &E. ALONSO-GUZMAN (2018). Physical Properties of Cement-Based Paste and Mortar With Dehydrated Cacti Additions

VERA MOSTACERO, TANIA YANNINA (2018). Resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con sustitución de cemento en 15% por ceniza de tuna o nopal

G HERNÁNDEZ CARRILLO, J A GÓMEZ-CUASPUD AND MARTÍNEZ SUAREZ (2020). Compositional, thermal and microstructural characterization of the Nopal (*Opuntia ficus indica*), for addition in commercial cement mixtures

ANDRES ANTONIO TORRES-ACOSTA Y L. ALEJANDRA DÍAZ-CRUZ (2020). Concrete durability enhancement from nopal (*Opuntia ficus-indica*) additions

S. RAMÍREZ-ARELLANES, P. F. DE J. CANO-BARRITA, F. JULIÁN-CABALLERO Y C. GÓMEZ-YAÑEZ (2012). Concrete Durability Properties and Microstructural Analysis of Cement Pastes with Nopal Cactus Mucilage as a Natural Additive

CESAR VLADIMIR VILCAS (2019). Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de bloques de tierra comprimida con adición de mucílago de nopal en la ciudad de Huancayo, año 2019

TORRES ACOSTA, ALEJANDRA DIAZ (2020). Concrete durability enhancement from nopal (opuntia ficus-indica) additions

REVISTA ALCONPAT (2020). Natural additive (nopal mucilage) on the electrochemical properties of concrete reinforcing steel

TALAVERA GUTIÉRREZ, FIORELLA, TOVAR DEL POZO, MARCIA ESTEPHANI (2018). Obtención de un Estabilizante a Partir del Mucílago del Nopal Opuntia Ficus-Indica) y su Evaluación en un Viscosímetro Capilar

RENZO JESUS FLORES MOGROVEJO Y SERGIO CARLOS RAMIREZ TAVERA (2020). Mejoramiento de unidades de albañilería hechas a base de suelo – cemento con adición de mucílago de tuna

CASTAÑEDA GAMBOA, ROGELIO FERMIN (2018). Resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con sustitución de cemento en 15% por ceniza de tuna o nopal

ANDRÉS A. TORRES ACOSTA, PRISCILIANO FELIPE DE J. CANO BARRITA (2010). Artículo de investigación –bondades del nopal

NORA ARIADNA PÉREZ CASTELLANOS (2018). “Formulación de un mortero de inyección con mucílago de nopal para restauración de pintura mural”

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN-RICARDO DE LEÓN CASTILLO (2012). Evaluación del mucílago de nopal como reductor de retracción en concreto auto-consolidable

VERA MOSTACERO, TANIA YANNINA (2018). Resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con sustitución de cemento en 15% por ceniza de tuna o nopal

LOPE SANCA FRIDA, LUCIO AZAÑA, KELVIN (2017). Resistencia a compresión de un concreto  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con cemento sustituido al 2.5, 3.5, 4.5 por mucílago de nopal

CERVANTES CHOQUEHUAYTA, CLAUDIA M.; ESPINOZA CUADRA, DAVID B. (2021). Propuesta de impermeabilización en cimentaciones, realizando un diseño de mezcla con tecnologías de bajo costo adicionando mucilago obtenido del Nopal Opuntia Ficus-indica en Lara - Arequipa – Perú

FABRISIO MANRIQUEZ NOBOA (2018). Evaluación del mucilago de nopal para disminuir las fisuras causadas por retracción plástica en el hormigón

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA- HERRERA NIETO, ANDRÉS FELIPE (2015). Estado del arte del uso de aditivos orgánicos en el concreto de alto desempeño

CÁRDENAS CERÓN, SONIA MILAGROS, JESÚS SHAPIAMA Y KAREN MELISSA (2019). Diseño de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando gel de aloe vera para mejorar la resistencia a la compresión, Tarapoto 2019

REVISTA-PABLO TORRES SORIA (2018). La baba y el mucílago de nopal, una alternativa natural para la conservación de acabados arquitectónicos de tierra

REVISTA ALCONPAT –DIAZ BLANCO (2019). Influencia de un aditivo natural (mucílago de nopal) en las propiedades electroquímicas del acero de refuerzo del concreto

ARTICULO PDM (2017). Determinación del uso del mucilago de nopal en la construcción de la época colonial

A. DURÁN-HERRERA, RICARDO DE-LEÓN, C.A. JUÁREZ Y P. VALDEZ (2012). Mucilago de nopal como reductor de retracción en concreto auto-consolidable.

S. RAMÍREZ ARELLANES, P. F. DE J. CANO BARRITA, F. JULIÁN CABALLERO, C. GÓMEZ YAÑEZ (2012). Propiedades de durabilidad en concreto y análisis microestructural en pastas de cemento con adición de mucílago de nopal como aditivo natural

LAURA, S. ( de 2006). Cálculo del contenido de cemento . *Diseño de Mezclas de Concreto*, 11.

EMPAI (2019). Comportamiento de mezclas de mortero con residuos de mármol (polvo), cáscara de nuez y mucílago de nopal

ARIAS, F. (2012). *El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica*. Venezuela: Caracas.

American Concrete Institute. (1987). *Guía práctica para el diseño de mezcla de hormigón*. Colombia: Medellín.

REVISTA ALCOMPAC (2007).Influencia de un aditivo natural (mucílago de nopal) en las propiedades electroquímicas del acero de refuerzo del concreto

REVISTA CITY MANAGER (2020) .El nopal mejora durabilidad del cemento

REVISTA INDRUSTIAS DIGITAL (2018). Investigadores Mejoran Propiedades Del Concreto Con Mucílago De Nopal

UNAN-GLOBAL (2018). Mucílago de nopal mejora propiedades del concreto

HERRERA, S., & POLO, M. (2017). Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en. *Tesis de grado*.

NTP 339.034. (2008). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas CONCRETE. Lima: INDECOPI.

NTP 339.035. (2009). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. Lima: INDECOPI.

NTP 339.046. (2008). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto) . Lima: INDECOPI.

NTP 339.079. (2012). Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo. Lima: INDECOPI.

NTP 339.083. (2003). Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de hormigón (concreto), fresco por el método de presión. Lima: INDECOPI.

NTP 339.183. (2013). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio. Lima: INDECOPI.

NTP 339.185. (2013). Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Lima: INDECOPI.

NTP 400.010. (2016). Agregados extracción y preparación de las muestras. Lima: INDECOPI.

NTP 400.012. (2001). Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Lima: INDECOPI.

NTP 400.017. (2011). Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad. Lima: INDECOPI.

NTP 400.021. (2018). Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa y absorción del agregado grueso. Lima: INDECOPI.

NTP 400.022. (2013). Método de ensayo normalizado para la densidad, peso específico, y absorción del agregado fino. Lima: INDECOPI.

NTP 400.037. (2018). Requisitos para agregado. Lima: INDECOPI.

## **ANEXOS**

Anexo 1. Matriz de Consistencia

Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables

Anexo 3. Confiabilidad

Anexo 4. Dosificación y resultados de antecedentes

Anexo 5. Procedimiento

Anexo 6: Ficha de recolección de datos del tratamiento de producto

Anexo 7: Turnitin

Anexo 8: Normativa

Anexo 9: Mapas y planos

Anexo 10: Analisis de costos

Anexo 11:Panel fotografico

## Anexo 1. Matriz de Consistencia

| TITULO:   | Aplicación del Nopal para modificar las propiedades del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho - 2021                         |   |                  |   |   |  |
|---|---|---|------------------|---|---|--|
| AUTOR:  | Br. Andrade Huayapa Ayrton Alfredo Boris  |   |                  |   |   |  |
| PROBLEMA  | OBJETIVO  | HIPÓTESIS   | VARIABLE         | VARIABLE, DIMENSIONES, INDICADORES E INSTRUMENTOS |   |  |
| Problema general  | Objetivo general  | Hipótesis general   | Independiente    | Dimensiones                                       | Indicadores                               | Instrumentos   |
| ¿En qué medida influye el nopal en las propiedades del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2021?                       | Analizar la aplicación del Nopal para modificar las propiedades del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2021             | El nopal mejorará de manera eficiente en las propiedades del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2021        | Nopal            | Dosificación                                      | 0% de nopal                               | Balanza de medición, fichas de recolección de datos                              |
|   |   |   |                  |   | 1.0% de nopal                             |  |
|   |   |   |                  |   | 1.5% de nopal                             |  |
|   |   |   |                  |   | 2.5% de nopal                             |  |
|   |   |   |                  |   | 3.5% de nopal                             |  |
| Problemas específicos   | Objetivos específicos   | Hipótesis específica  | dependiente      | Dimensiones                                       | Indicadores                               | Instrumentos   |
| ¿En qué medida influye la dosificación del nopal en las propiedades del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2021?      | Evaluar la influencia de la dosificación del nopal en las propiedades del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2021       | La dosificación de nopal mejorará en las propiedades del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2021            | Pavimento rígido | Propiedades físicas                               | Asentamiento (mm)                         | Ficha de recolección de datos del ensayo de Cono de Abrams según Norma ASTM C143 |
|   |   |   |                  |   | Exudación (%)                             | Ficha de recolección de datos del ensayo de Exudación según Norma ASTM C232      |
|   |   |   |                  |   | Cohesividad                               | Ficha de recolección de datos del ensayo de Cono de Abrams según Norma ASTM C143 |
| ¿En qué medida influye la adición del nopal en las propiedades físicas del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2021?   | Evaluar la influencia de la adición del nopal en las propiedades físicas del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2021    | El nopal mejorará de manera eficiente las propiedades físicas del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2021   | Pavimento rígido | Propiedades mecánicas                             | Resistencia a la compresión ( $kg/cm^2$ ) | Ficha de recolección de datos del ensayo de Compresión según Norma ASTM C39      |
| ¿En qué medida influye la adición del nopal en las propiedades mecánicas del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2021? | Evaluar la influencia de la adición del nopal en las propiedades mecánicas del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2021. | El nopal mejorará de manera eficiente las propiedades mecánicas del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2021 |                  |   | Resistencia a la tracción ( $kg/cm^2$ )   | Ficha de recolección de datos del ensayo de Tracción según Norma ASTM C496       |
|   |   |   |                  |   | Resistencia a la flexión ( $kg/cm^2$ )    | Ficha de recolección de datos del ensayo de Flexión según Norma ASTM C78         |

## Anexo 2. Matriz de Operacionalización de variables

**TITULO:** Aplicación del Nopal para modificar las propiedades del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho - 2021

**AUTOR:** Andrade Huayapa Ayrton Alfredo Boris

| VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN | DEFINICIÓN CONCEPTUAL   | DEFINICIÓN OPERACIONAL  | DIMENSIONES   | INDICADORES   | ESCALA  | METODOLOGÍA  |
|------------------------------|---|---|---|---|---------|--|
| Nopal                        | Es un producto orgánico, propio del lugar. El producto se obtiene seleccionando el Nopal para extraer el mucilago de nopal. Vasquez (1985)  | Esta proyecto de investigación plantea adicionar los porcentajes de 0% 1% 1.5% 2.5% y 3.5% de nopal y así comprobar la resistencia compresión y asentamiento  | Dosificación  | 0.0% de nopal<br>1% de nopal con respecto al peso del cemento<br>1.5% de nopal con respecto al peso del cemento<br>2.5% de nopal con respecto al peso del cemento<br>3.5% de nopal con respecto al peso del cemento | Razón   | <b>Tipo de Investigación:</b><br>Aplicada<br><b>Nivel de Investigación:</b><br>Explicativa<br><b>Diseño de Investigación:</b><br>Cuasi - Experimental<br><b>Enfoque:</b><br>Cuantitativo<br><b>Población:</b><br>Probetas del concreto<br><b>Muestreo:</b><br>No Probabilístico - se ensayará en todas las probetas<br><b>Técnica:</b><br>Observación directa<br><b>Instrumento de Investigación:</b><br>Fichas de observación<br>Fichas de ensayos experimentales |
| Pavimento rígido             | <p>Las propiedades físicas del concreto son aquellas características que se puede identificar directamente mediante la observación o simples mediciones y son propios de cualquier mezcla además que al evaluar no afecta la estructura del concreto. Pasquel E. (1999)</p> <p>Las propiedades mecánicas del concreto, son las que se relaciona con el comportamiento del concreto endurecido y que permiten entender las características resistentes del concreto que dependerá del diseño de mezcla siendo un parámetro para el diseño estructural. Pasquel E. (1999)</p> | <p>Las propiedades físicas del concreto se obtienen a través de los ensayos de método de Abrams y el ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión usando la técnica de observación.</p> <p>Las propiedades mecánicas del concreto se realizará mediante ensayos a probetas cilíndricas y vigas de concreto con tiempos de curado de 7,14 y 28 días para determinar su resistencia de compresión, tracción y flexión.</p> | <p>Propiedades Físicas</p> <p>Propiedades Mecánicas</p> | <p>Trabajabilidad<br/>Segregación<br/>Exudación<br/>cohesividad<br/>impermeabilidad</p> <p>Resistencia a la compresión<br/>Resistencia a la tracción<br/>Resistencia a la Flexión</p>                               | Nominal |  |

### Anexo 3: Confiabilidad



**Test & Control**  
Laboratorio de Calibración

**SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD**  
NTP ISO / IEC 17025:2017

---

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
TC - 7888 - 2019

PROFORMA : 2861A

Fecha de emisión : 2019-09-30

Página : 1 de 2

**SOLICITANTE : PLANET CONSULTORES E.I.R.L.**  
Dirección : Av. Calle 30 Mza. W1 Lote. 8 Urb. El Alamo Lima - Lima - Comas.

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRESNA HIDRÁULICA**  
 Marca : ELE  
 Modelo : 35-07 35/08  
 Serie : 140800027  
 Alcance : 1555 kN  
 Resolución : 0.1 kN  
 Procedencia : U.S.A.  
 Identificación : 0003  
 Ubicación : Sala de Ensayos  
 Fecha de Calibración : 2019-09-30

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recibir sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de PLANET CONSULTORES E.I.R.L.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 "Procedimiento interno de Calibración de Prensas, Celdas y Anillos de Carga".

**CONDICIONES AMBIENTALES**

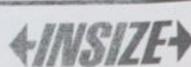
| MAGNITUD         | INICIAL | FINAL   |
|------------------|---------|---------|
| TEMPERATURA      | 21.6 °C | 21.6 °C |
| HUMEDAD RELATIVA | 61.0%   | 62.0%   |

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.  
El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lk. Nicolas Ramos Paucar**  
Gerente Técnico.  
CPF :0316

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



## Inspection Certificate

Product name : Digital Caliper

Code No. : 1108-200W

Measuring range : 0-200mm / 0-8"

Resolution : 0.01mm / 0.0005"

Serial No. : 2308161248

Standard temperature : 20 °C / 68 °F

Traceable to : USA NIST No.821/279484-10  
Germany DKD No.D-K-15190-01-00

Inspector : *Daniel*

Judgement : Passed

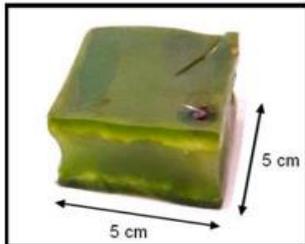
| Measuring Length | Permissible Error  | Error    |          |
|------------------|--------------------|----------|----------|
|                  |                    | External | Internal |
| 0.4 DIA          | +0.0005<br>-0.0010 | /        | -0.0005  |
| 2                | ±0.0010            | 0.0010   | /        |
| 4                |                    | 0.0005   | /        |
| 6                |                    | 0.0005   | /        |
| 8                | ±0.0015            | 0.0000   | /        |
| 10               |                    | /        | /        |
| 12               |                    | /        | /        |

| Measuring Length | Permissible Error | Error    |          |
|------------------|-------------------|----------|----------|
|                  |                   | External | Internal |
| Φ10              | +0.01<br>-0.02    | /        | -0.01    |
| 50               | ±0.02             | 0.02     | /        |
| 100              |                   | 0.01     | /        |
| 150              |                   | 0.01     | /        |
| 200              | ±0.03             | 0.00     | /        |
| 250              |                   | /        | /        |
| 300              |                   | /        | /        |

### Anexo 04: Dosificación y resultados de antecedentes

|                              | AUTOR  | TITULO   | Año   | f'c de C° Patron (kg/cm2) | Aditivo agregado              | Porcentajes de adición (%) | Resistencia a la compresión (kg/cm2) | Resistencia a la tracción (kg/cm2) | Resistencia a la flexión (kg/cm2) | Asentamiento (cm) | Consistencia | Trabajabilidad  |
|------------------------------|--|--|-------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|--------------|-----------------|
|                              |  |  |       |                           |                               |                            | 28 días                              | 28 días                            | 28 días                           |                   |              |                 |
| Tesis Internacionales        | MANRIQUEZ NOVOA FABRISIO (CHILE)   | "EVALUACION DEL MUCÍLAGO DE NOPAL PARA DISMINUIR LAS FISURAS CAUSADAS POR RETRACCIÓN PLÁSTICA EN EL HORMIGÓN "   | 2018  | 210                       | Mucilago de nopal             | 0,0                        | 302.30                               | 22.00                              | 37.61                             | 7.87              | Buena        | Trabajable      |
|                              |  |  |       |                           |                               | 1,3                        | 330.20                               | 24.92                              | 54.53                             | 6.35              | Buena        | Trabajable      |
|                              |  |  |       |                           |                               | 1,95                       | 379.50                               | 31.32                              | 58.77                             | 6.60              | Buena        | Trabajable      |
|                              |  |  |       |                           |                               | 2,6                        | 424.40                               | 29.56                              | 49.23                             | 6.30              | Buena        | Trabajable      |
|                              | SAMUEL RAMIREZ ARELLANA (MEXICO)   | PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURAS DE COCONCRETO CONTENIENDO MUCILAGO DE NOPAL COMO ADITIVO NATURAL  | 2016  | 210                       | Mucilago de nopal             | 0.00                       | 241.11                               | 26.80                              | 35.60                             | 8.00              | Buena        | Buena           |
|                              |  |  |       |                           |                               | 1.50                       | 270.40                               | 41.27                              | 50.56                             | 7.00              | Buena        | Buena           |
|                              |  |  |       |                           |                               | 2.50                       | 265.45                               | 39.50                              | 46.50                             | 7.50              | Buena        | Buena           |
|                              | DIAZ-BLANCO, Y.; MENCHACAM-CAMPOS, C.; ROCABRUNO-VALDES, C. I. Y URUCHURTULOLOYA PEREZ,              | INFLUENCIA DE UN ADITIVO NATURAL (MUCÍLAGO DE NOPAL) EN LAS PROPIEDADES ELECTROQUÍMICAS DEL ACERO DE REFUERZO DEL CONCRETO   | 2019  | 210                       | Mucilago de nopal             | Nopal-Agua                 |                                      |                                    |                                   |                   |              |                 |
|                              |  |  |       |                           |                               | 0.00                       | 248.90                               | 21.52                              |                                   | 4.50              | Plastica     | Trabajable      |
|                              |  |  |       |                           |                               | 1/(1)                      | 223.50                               | 23.41                              |                                   | 2.60              | Plastica     | Trabajable      |
| 1/2                          |  |  |       |                           |                               | 234.90                     | 22.90                                |                                    | 1.50                              | Seca              | Trabajable   |                 |
| Tesis Nacionales             | OLOYA PEREZ, ROOSBELD ALEX PONCE MENDOZA GIAN  | INFLUENCIA DEL USO DEL MUCILAGO DE CACTUS ECHINOPSIS PACHANOI COMO ADITIVO NATURAL PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN, CONSISTENCIA Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO | 2019  | 210                       | Mucilago de cactus echinopsis | 0.00                       | 379.00                               |                                    | 32.45                             | 6.50              | Buena        | Trabajable      |
|                              |  |  |       |                           |                               | 0.50                       | 382.33                               |                                    | 33.23                             | 6.80              | Buena        | Trabajable      |
|                              |  |  |       |                           |                               | 1.00                       | 382.00                               |                                    | 35.52                             | 5.90              | Buena        | Trabajable      |
|                              |  |  |       |                           |                               | 1.50                       | 384.00                               |                                    | 36.72                             | 6.30              | Buena        | Trabajable      |
|                              | INGA JULCA, THALIA GIANELLA  | INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE MUCÍLAGO DE NOPAL (OPUNTIA FICUS-ÍNDICA) EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PERMEABLE   | 2019  | 210                       | Mucilago de nopal             | 0.00                       | 220.25                               | 19.60                              | 48.13                             | 4.00              | Plastica     | Trabajable      |
|                              |  |  |       |                           |                               | 1.00                       | 215.00                               | 19.54                              | 49.35                             | 3.40              | Plastica     | Trabajable      |
|                              |  |  |       |                           |                               | 3.00                       | 229.55                               | 20.82                              | 51.50                             | 0.80              | Seca         | Poco Trabajable |
|                              |  |  |       |                           |                               | 5.00                       | 220.40                               | 18.90                              | 56.80                             | 0.50              | Seca         | Poco Trabajable |
|                              | VERA MOSTACERO,  | RESISTENCIA DEL CONCRETO F' C=210 KG/CM2 CON SUSTITUCIÓN DE CEMENTO EN   | 2018  | 210                       | Ceniza de nopal               | 0.00                       | 238.12                               | 26.62                              | 33.61                             | 6.52              | Buena        | Trabajable      |
|                              |  |  |       |                           |                               | 15.00                      | 144.13                               | 26.67                              | 40.77                             | 0.50              | Seca         | Poco Trabajable |
| Artículos                    | ROMERO HERNÁNDEZ, JHONNY MANUEL  | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO FABRICADOS CON DIFERENTES CANTIDADES DE MUCILAGO DE NOPAL - HUARAZ, 2016  | 2016  | 175                       | Mucilago de nopal             | Nopal-Agua                 |                                      |                                    |                                   |                   |              |                 |
|                              |  |  |       |                           |                               | 0/0                        | 185.25                               |                                    |                                   | 6.50              | Buena        | Trabajable      |
|                              |  |  |       |                           |                               | 1/4                        | 195.40                               |                                    |                                   | 4.00              | Buena        | Trabajable      |
|                              | LOPE SANCA, FRIDA PAMELA Y LUCIO AZAÑA, KELVIN   | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F' C=210 KG/CM2 CON CEMENTO SUSTITUIDO AL 2.5, 3.5, 4.5 POR MUCÍLAGO DE NOPAL   | 2017  | 210                       | Mucilago de nopal             | 0.00                       | 302.75                               | 20.26                              | 39.52                             | 7.20              | Buena        | Trabajable      |
|                              |  |  |       |                           |                               | 2.50                       | 320.45                               | 21.41                              | 40.52                             | 6.50              | Buena        | Trabajable      |
|                              |  |  |       |                           |                               | 3.50                       | 385.25                               | 23.45                              | 45.89                             | 5.90              | Buena        | Trabajable      |
| BULNES GAMBINI, CARLOS MAURO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN MORTERO CEMENTO - ARENA ADICIONANDO 10% Y 20% DE MUCÍLAGO DE NOPAL | 2018   | 175   | Mucilago de nopal         | 4.50                          | 370.25                     | 22.95                                | 44.45                              | 6.20                              | Buena             | Trabajable   |                 |
|                              |  |  |       |                           | 0.00                          | 190.45                     |                                      |                                    | 5.80                              | Buena             | Trabajable   |                 |
|                              |  |  |       |                           | 10.00                         | 100.52                     |                                      |                                    | 6.20                              | Buena             | Trabajable   |                 |
| Artículos en otros idiomas   | ANDRES ANTONIO TORRES-ACOSTA Y L.  | CONCRETE DURABILITY ENHANCEMENT FROM NOPAL (OPUNTIA FICUS-INDICA) ADDITIONS  | 2020  | 210                       | Mucilago de nopal             | 20.00                      | 95.40                                |                                    |                                   | 5.60              | Buena        | Trabajable      |
|                              |  |  |       |                           |                               | 0.00                       | 252.40                               |                                    | 52.00                             | 6.00              | Buena        | Trabajable      |
|                              |  |  |       |                           |                               | 0.25                       | 285.20                               |                                    | 57.20                             | 6.00              | Buena        | Trabajable      |
|                              | G HERNÁNDEZ CARRILLO, JA GÓMEZ-  | COMPOSITIONAL, THERMAL AND MICROSTRUCTURAL CHARACTERIZATION OF THE NOPAL (OPUNTIA FICUS INDICA), FOR   | 2020  | 240                       | Mucilago de nopal             | 0.50                       | 265.50                               |                                    | 55.40                             | 5.50              | Buena        | Trabajable      |
|                              |  |  |       |                           |                               | 1.00                       | 271.20                               |                                    | 49.52                             | 3.00              | Plastica     | Trabajable      |
|                              |  |  |       |                           |                               | 0.00                       | 249.50                               |                                    |                                   | 3.00              | Plastica     | Trabajable      |
|                              | ANDRÉS A. TORRES-ACOSTA, CESAR   | PHYSICAL PROPERTIES OF CEMENT-BASED PASTE AND MORTAR WITH DEHYDRATED CACTI ADDITIONS   | 2018  | 350                       | Mucilago de nopal             | 1.00                       | 295.20                               |                                    |                                   | 3.50              | Plastica     | Trabajable      |
|                              |  |  |       |                           |                               | 2.50                       | 275.20                               |                                    |                                   | 3.25              | Plastica     | Trabajable      |
|                              |  |  |       |                           |                               | 0.00                       | 338.52                               |                                    | 32.60                             | 6.00              | Buena        | Trabajable      |
| 0.50                         | 352.20   |  | 58.20 | 5.80                      | Buena                         | Trabajable                 |                                      |                                    |                                   |                   |              |                 |
| 0.70                         | 398.50   |  | 86.40 | 6.20                      | Buena                         | Trabajable                 |                                      |                                    |                                   |                   |              |                 |

Anexo 05: procedimiento



- ✓ Es puro e impermeable.
- ✓ El envase de vidrio es inerte, higiénico, no interfiere en la composición del nopal extraído



Optimizar el pavimento rígido con un aditivo natural autóctono del lugar



**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto : FREY ISIDRO PARIONA RIVERA  
 Institución donde labora : MOSP - GERENCIA DE CBAAS  
 Especialista : TAGALERO CIVIL

Instrumentos de evaluación ensayos en concreto endurecido (compresión, tracción y flexión). la prensa hidráulica para rotura del concreto, ensayos de concreto en estado fresco, cono de Abrahams y conjunto de equipos e instrumentos para análisis granulométrico y físico del agregado.

Proyecto : Aplicación del Nopal para modificar las propiedades del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2021.

Autor : Br. Andrade Huayapa, Ayrton Alfredo Boris

**II. ASPECTOS DE VALIDACION**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENO (4) EXCELENTE (5)

| CRITERIOS       | INDICADORES  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------|--|---|---|---|---|---|
| CALIDAD         | Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.   |   |   |   |   | X |
| OBJETIVIDAD     | Los instrumentos y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: pavimento rígido, en todas sus dimensiones en indicaciones conceptuales y operacionales.                                      |   |   |   |   | X |
| ACTUALIDAD      | El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovador y legal inherente a la variable: pavimento rígido  |   |   |   |   | X |
| ORGANIZACIÓN    | Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permite hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación |   |   |   |   | X |
| SUFICIENCIA     | Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.   |   |   |   |   | X |
| INTENCIONALIDAD | Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable del estudio.   |   |   |   |   | X |
| CONSISTENCIA    | La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, descubrir y explicar la realidad, motivo de la investigación.   |   |   |   |   | X |
| COHERENCIA      | Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores década dimensión de la variable: pavimento rígido.   |   |   |   |   | X |
| METODOLOGIA     | La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación,  |   |   |   |   | X |
| PERTINENCIA     | La redacción de los ítems concuerdan con la escala valorativa del instrumento.   |   |   |   |   | X |

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje de 41: sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no valido ni aplicable)

**III. OPINION DE APLICABILIDAD**

PROMEDIO DE VALORACION:

**5.0**

Ica 04 de 01 del 2022

*Fredy Isidro Pariona Rivera*  
**Fredy Isidro Pariona Rivera**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P N° 240014

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto : Guillermo Campos Pumayauri  
 Institución donde labora : MINISTERIO SANITARIO Y DISEÑO  
 Especialista : INGENIERO CIVIL

Instrumentos de evaluación ensayos en concreto endurecido (compresión, tracción y flexión), la prensa hidráulica para rotura del concreto, ensayos de concreto en estado fresco, cono de Abrahams y conjunto de equipos e instrumentos para análisis granulométrico y físico del agregado.

Proyecto : Aplicación del Nopal para modificar las propiedades del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2021.

Autor : Br. Andrade Huayapa, Ayrton Alfredo Boris

**II. ASPECTOS DE VALIDACION**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENO (4) EXCELENTE (5)

| CRITERIOS       | INDICADORES  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------|--|---|---|---|---|---|
| CALIDAD         | Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.   |   |   |   |   | X |
| OBJETIVIDAD     | Los instrumentos y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: pavimento rígido, en todas sus dimensiones en indicaciones conceptuales y operacionales.                                      |   |   |   |   | X |
| ACTUALIDAD      | El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovador y legal inherente a la variable: pavimento rígido  |   |   |   |   | X |
| ORGANIZACIÓN    | Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permite hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación |   |   |   |   | X |
| SUFICIENCIA     | Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.   |   |   |   |   | X |
| INTENCIONALIDAD | Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable del estudio.   |   |   |   |   | X |
| CONSISTENCIA    | La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, descubrir y explicar la realidad, motivo de la investigación.   |   |   |   |   | X |
| COHERENCIA      | Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores década dimensión de la variable: pavimento rígido.   |   |   |   |   | X |
| METODOLOGIA     | La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación,  |   |   |   |   | X |
| PERTINENCIA     | La redacción de los ítems concuerdan con la escala valorativa del instrumento.   |   |   |   |   | X |

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje de 41: sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no valido ni aplicable)

**III. OPINION DE APLICABILIDAD**

PROMEDIO DE VALORACION: 5.0

Ica 06 de 01 del 2022

  
Guillermo Campos Pumayauri  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 163256

**ANEXO 3. VALUACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION**

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto : JORGE LUIS VILLALVA CHANCHA  
 Institución donde labora : MDC - GERENCIA OBRAS  
 Especialista : INGENIERO CIVIL

Instrumentos de evaluación ensayos en concreto endurecido (compresión, tracción y flexión). la prensa hidráulica para rotura del concreto, ensayos de concreto en estado fresco, cono de Abrahams y conjunto de equipos e instrumentos para análisis granulométrico y físico del agregado.

**Proyecto** : Aplicación del Nopal para modificar las propiedades del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho – 2021.

**Autor** : Br. Andrade Huayapa, Ayrton Alfredo Boris

**II. ASPECTOS DE VALIDACION**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENO (4) EXCELENTE (5)

| CRITERIOS              | INDICADORES  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------|--|---|---|---|---|---|
| <b>CALIDAD</b>         | Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.   |   |   |   |   | X |
| <b>OBJETIVIDAD</b>     | Los instrumentos y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: pavimento rígido, en todas sus dimensiones en indicaciones conceptuales y operacionales.                                      |   |   |   |   | X |
| <b>ACTUALIDAD</b>      | El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovador y legal inherente a la variable: pavimento rígido  |   |   |   |   | X |
| <b>ORGANIZACIÓN</b>    | Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permite hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación |   |   |   |   | X |
| <b>SUFICIENCIA</b>     | Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.   |   |   |   |   | X |
| <b>INTENCIONALIDAD</b> | Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable del estudio.   |   |   |   |   | X |
| <b>CONSISTENCIA</b>    | La información que se recoja a través de los ítems del instrumento permitirá analizar, descubrir y explicar la realidad, motivo de la investigación.   |   |   |   |   | X |
| <b>COHERENCIA</b>      | Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores década dimensión de la variable: pavimento rígido.   |   |   |   |   | X |
| <b>METODOLOGIA</b>     | La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación,  |   |   |   |   | X |
| <b>PERTINENCIA</b>     | La redacción de los ítems concuerdan con la escala valorativa del instrumento.   |   |   |   |   | X |

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje de 41: sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no valido ni aplicable)

**III. OPINION DE APLICABILIDAD**

PROMEDIO DE VALORACION:

50

Ica 03 de 01 del 2022

  
 Jorge Luis Villalva Chancha  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 255432

## Anexo 07: Turnitin

ev.turnitin.com/app/carta/es/?o=1727133129&s=1&lang=es&u=1126438199&student\_user=1

feedback studio

AYRTON ALFREDO BORIS ANDRADE HUAYAPA | DPI TURNITIN-28-03-2022.docx



Resumen de coincidencias X

19 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

|   |   |     |   |
|---|---|-----|---|
| 1 | Entregado a Universida...<br>Trabajo del estudiante | 5 % | > |
| 2 | repositorio.ucv.edu.pe<br>Fuente de Internet        | 3 % | > |
| 3 | hdl.handle.net<br>Fuente de Internet                | 2 % | > |
| 4 | Entregado a Universida...<br>Trabajo del estudiante | 1 % | > |
| 5 | repositoriobibliotecas...<br>Fuente de Internet     | 1 % | > |
| 6 | repositorio.usanpedro...<br>Fuente de Internet      | 1 % | > |
| 7 | www.studocu.com<br>Fuente de Internet               | 1 % | > |



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

"Aplicación del Nopal para modificar las propiedades del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho - 2022"

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL**

**AUTOR:**

B<sup>1</sup> Andrade Huayapa Ayrton Alfredo Boris  
<sup>2</sup>  
<https://orcid.org/0000-0002-9486-586X>

**ASESOR:**

Dr. Luis Alberto Vargas Chacaltana  
<https://orcid.org/0000-0002-4136-7189>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

**LIMA - PERÚ**  
2022

## Anexo 08. Normativas

| <b>Ítem</b> | <b>Descripción</b>  | <b>Año</b> |
|-------------|---|------------|
| 1           | NORMA CE.010-PAVIMENTOS URBANOS   | 2010       |
| 2           | MANUAL DE ENSAYOS DE LABORATORIO  | 2016       |
| 3           | NTP 400.037 -ESPECIFICACIONES NORMALIZADAS PARA AGREGADOS EN HORMIGON   | 2002       |
| 4           | NTP 400.022 -METODO DE ENSAYO PARA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA -PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO                          | 2013       |
| 5           | NTP 400.021-METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO   | 2002       |
| 6           | NTP 400.017-METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO DEL AGREGADO  | 1999       |
| 7           | NTP 339.035-METODO DE ENSAYO PARA LA MEDICION DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND   | 2009       |
| 8           | NTP 339.046 -METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD, RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE AIRE DEL HORMIGON                                   | 2008       |
| 9           | NTP 339.034-METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS     | 2008       |
| 10          | NTP 339.084 - METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A TRACCION SIMPLE DEL CONCRETO DE COMPRESION DIAMETRAL | 2017       |
| 11          | NTP 339.079-METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO   | 2012       |



PERÚ

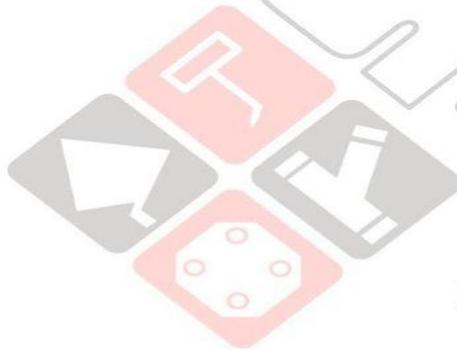
Ministerio de Vivienda  
Construcción y Saneamiento



**SENCICO**  
SERVICIO NACIONAL DE CAPACITACIÓN PARA  
LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

**NORMA CE.010**  
**PAVIMENTOS URBANOS**



**LIMA – PERÚ**  
**2010**

**PUBLICACIÓN OFICIAL**

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 400.037  
2002**

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

Lima, Perú

**AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para  
agregados en hormigón (concreto)**

AGGREGATES. Standard specification for concrete aggregates

**2002-02-14  
2ª Edición**

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

---

**NTP 400.022  
2013**

---

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI  
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

---

**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**

**AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso**

AGGREGATES. Standard test method for specific gravity and absorption of coarse aggregate

**2002-05-16  
2ª Edición**

## **AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado**

AGGREGATE. Standard Test Method for Unit Weight and Voids in Aggregate

**1999-04-21**

**2ª Edición**

## **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)**

HORMIGÓN. Método de prueba estándar para densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire hormigón

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C138 / C138M - 08 Método de prueba estándar para densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (gravimétrico).  
Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, EE. UU.  
-Reimpreso por autorización de ASTM International

**2008-09-03**  
**2ª Edición**

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

Prohibida su reproducción total o parcial

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 339.084  
2012 (revisada el 2017)**

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

Lima, Perú

**CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica**

CONCRETE. Standard test method for splitting of concrete, by diametral compression of cylindrical test specimen

2017-11-29  
3ª Edición

**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

R.D. N° 047-2017-INACAL/DN. Publicada el 2017-12-18

Precio basado en 12 páginas

I.C.S.: 91.100.30

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptores: Concreto, resistencia a la tracción, compresión diametral, probeta cilíndrica, ensayo

**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: Mapas y planos

**TITULO:** "Aplicación del Nopal para modificar las propiedades del pavimento rígido en jirón Lima, distrito de Carmen Salcedo, Ayacucho - 2021"

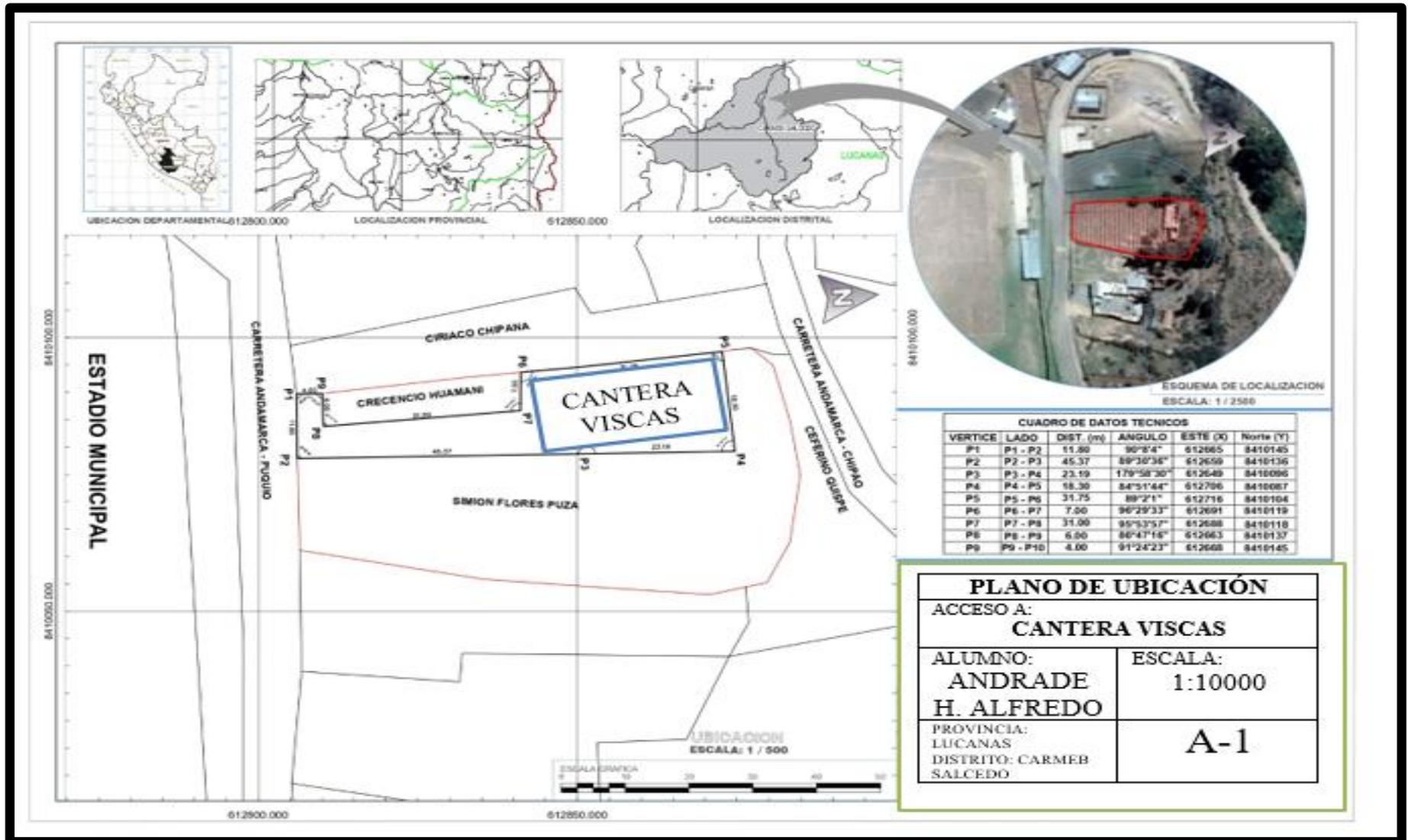
**AUTOR:** Br. Andrade Huayapa Ayrton Alfredo Boris

### A.9.1. UBICACIÓN POLÍTICA

**DEPARTAMENTO** : Ayacucho  
**PROVINCIA** : Lucanas  
**DISTRITO** : Carmen Salcedo



### A.9.2. PLANO DE UBICACIÓN Y ACCESO A LA CANTERA VISCAS



## Anexo 10: Análisis de costos

### 10.1.- Recursos y Presupuesto

#### Presupuesto de bienes y servicios

| ITEM      | DESCRIPCIÓN            | UNID. | CANTIDAD | PRECIO     | PARCIAL           |
|-----------|------------------------|-------|----------|------------|-------------------|
| <b>01</b> | <b>Bienes</b>          |       |          |            | <b>S/. 907.00</b> |
| 01.01     | Útiles de Escritorio   | UNID. | 1        | S/. 30.00  | S/. 30.00         |
| 01.02     | Internet               | MES.  | 6        | S/. 69.00  | S/. 414.00        |
| 01.03     | Impression             | UNID. | 1        | S/. 58.00  | S/. 58.00         |
| 01.04     | Modulo                 | UNID. | 1        | S/. 45.00  | S/. 45.00         |
| 01.05     | Luz                    | MES.  | 6        | S/. 30.00  | S/. 180.00        |
| 01.06     | Transporte de material | UND.  | 1        | S/. 180.00 | S/. 180.00        |
| 01.07     | Personal               | HH    | 3        | S/. 50.00  | S/. 150.00        |

Fuente: Elaboración propia

#### Presupuesto de materiales por 1m3

| ITEM      | DESCRIPCIÓN         | UNID. | CANTIDAD | PRECIO    | PARCIAL           |
|-----------|---------------------|-------|----------|-----------|-------------------|
| <b>02</b> | <b>Materiales</b>   |       |          |           | <b>S/. 520.50</b> |
| 02.01     | Mucilago de nopal   | Kg.   | 5        | S/. 2.50  | S/. 12.50         |
| 02.02     | Cemento Portland    | Bolsa | 10       | S/. 26.50 | S/. 265.00        |
| 02.03     | Agregado fino       | M3.   | 1.2      | S/. 60.00 | S/. 72.00         |
| 02.04     | Agregado grueso     | M3.   | 1.2      | S/. 75.00 | S/. 90.00         |
| 02.05     | Agua                | M3.   | 0.5      | S/. 2.00  | S/. 1.00          |
| 02.06     | Recipient de vidrio | UND   | 5        | S/. 15.00 | S/. 75.00         |
| 02.07     | Manta               | M     | 1        | S/. 5.00  | S/. 5.00          |

Fuente: Elaboración propia

Presupuesto de Ensayos de Laboratorio

| ITEM      | DESCRIPCIÓN                           | UNID. | CANTIDAD | PRECIO        | PARCIAL             |
|-----------|---------------------------------------|-------|----------|---------------|---------------------|
| <b>04</b> | <b>Ensayo de laboratorio</b>          |       |          |               | <b>S/. 14560.00</b> |
| 04.01     | Granulometría                         | Unid  | 2        | S/.<br>175.00 | S/. 350.00          |
| 04.02     | Contenido de humedad de los agregados | Unid  | 2        | S/. 25.00     | S/. 50.00           |
| 04.03     | Peso unitario de los agregados        | Unid  | 2        | S/. 65.00     | S/. 130.00          |
| 04.04     | Gravedad específica de los agregados  | Unid  | 2        | S/. 75.00     | S/. 150.00          |
| 04.05     | Diseño de mezcla                      | Unid  | 1        | S/. 350.00    | S/. 350.00          |
| 04.06     | Muestras cilíndricas                  | Unid  | 105      | S/. 65.00     | S/. 6825.00         |
| 04.07     | Resistencia a la compresión           | Unid  | 45       | S/. 75.00     | S/. 3375.00         |
| 04.08     | Resistencia a la tracción             | Unid  | 45       | S/. 40.00     | S/. 1800.00         |
| 04.09     | Resistencia a la flexión              | Unid  | 18       | S/. 35.00     | S/. 630.00          |
| 04.10     | Asentamiento (Slump)                  | Unid  | 5        | S/. 600.00    | S/. 300.00          |
| 04.11     | Peso unitario                         | Unid  | 5        | S/. 40.00     | S/. 200.00          |
| 04.12     | Contenido de aire                     | Unid  | 5        | S/. 80.00     | S/. 400.00          |

Fuente: Elaboración propia

Presupuesto General

| ITEM      | DESCRIPCIÓN              | UNID. | CANTIDAD | PRECIO | PARCIAL             |
|-----------|--------------------------|-------|----------|--------|---------------------|
| <b>05</b> | <b>Presupuesto Total</b> |       |          |        | <b>S/. 6849.50</b>  |
| 05.01     | Bienes y servicios       | GLB.  |          |        | <b>S/. 907.00</b>   |
| 05.02     | Materiales               | GLB.  |          |        | <b>S/. 520.50</b>   |
| 05.03     | Ensayo de laboratorio    | GLB.  |          |        | <b>S/. 16560.00</b> |

Fuente: Elaboración propia

## **10.2.- Financiamiento**

Este proyecto de investigación esta autofinanciado, es decir será financiado por el investigador.

Anexo 11: Panel fotográfico

