



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto en  
adoquines tipo III, utilizando ceniza de hoja de eucalipto y  
microsílice con ceniza de hoja de eucalipto, Lima 2019”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Chinguel Delgado, Rossynny Lennoh Romeo (ORCID: 0000-0002-1564-7355)

**ASESOR:**

Mg. Ing. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (ORCID: 0000-0002-9573-0182)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

Lima - Perú  
2020

## **Dedicatoria**

El presente trabajo de investigación se lo dedico a mi madre por su paciencia y apoyo incondicional que me ha brindado en el transcurso de todos los años universitarios, además a mi abuela por estar siempre presente, alentándome cada día.

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios, a mi madre y abuela por estar siempre a mi lado y guiarme por el camino correcto, además al Ingeniero Raúl Antonio Pinto, por su apoyo y dedicación para poder culminar el presente trabajo de investigación.

## Índice de Contenidos

<b>Carátula.....</b>	<b>i</b>
<b>Dedicatoria .....</b>	<b>ii</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>iii</b>
<b>Índice de Contenidos .....</b>	<b>iv</b>
<b>Índice de tablas.....</b>	<b>v</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>vii</b>
<b>Índice de gráficos.....</b>	<b>viii</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>ix</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>x</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>30</b>
<b>3.1. Tipo y diseño de investigación.....</b>	<b>31</b>
<b>3.2. Variables y operacionalización.....</b>	<b>32</b>
<b>3.3. Población, muestra y muestreo.....</b>	<b>33</b>
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....</b>	<b>35</b>
<b>3.5. Procedimientos.....</b>	<b>37</b>
<b>3.6. Método de análisis de datos.....</b>	<b>39</b>
<b>3.7. Aspectos éticos .....</b>	<b>41</b>
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>42</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>68</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>71</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>74</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>82</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Espesor y Resistencia a compresión en adoquines .....	14
<b>Tabla 2.</b> Tipo y absorción.....	14
<b>Tabla 3.</b> Granulometría arena de cama ASTM C33 .....	18
<b>Tabla 4.</b> Granulometría de la arena de sello ASTM C144.....	18
<b>Tabla 5.</b> Resistencia del adoquín a compresión .....	19
<b>Tabla 6.</b> Composición química del cemento.....	20
<b>Tabla 7.</b> Valores Máximos admisibles de sustancias en el agua NTP 339.088 .....	20
<b>Tabla 8.</b> Análisis químico de las cenizas de eucalipto (FRX) .....	26
<b>Tabla 9.</b> Espesor y resistencia a la compresión.....	28
<b>Tabla 10.</b> Tipos y absorción del adoquín .....	29
<b>Tabla 11.</b> Muestra de adoquines – Ensayo de Compresión .....	33
<b>Tabla 12.</b> Muestra de adoquines – Ensayo de Absorción.....	34
<b>Tabla 13.</b> Cantidad de Muestras.....	34
<b>Tabla 14.</b> Ensayos .....	36
<b>Tabla 15.</b> Método y análisis de datos .....	39
<b>Tabla 16.</b> Ensayo de compresión a muestra base .....	43
<b>Tabla 17.</b> Ensayo de compresión 12% de ceniza de hoja de eucalipto .....	44
<b>Tabla 18.</b> Ensayo de compresión 14% de ceniza de hoja de eucalipto .....	45
<b>Tabla 19.</b> Ensayo de compresión 16% de ceniza de hoja de eucalipto.....	46
<b>Tabla 20.</b> Ensayo de compresión 6% ceniza de hoja de eucalipto con 2% microsílíce ....	47
<b>Tabla 21.</b> Ensayo de compresión 8% ceniza de hoja de eucalipto con 4% microsílíce.....	48
<b>Tabla 22.</b> Ensayo de compresión 10% ceniza de hoja de eucalipto con 6% microsílíce .	49
<b>Tabla 23.</b> Ensayo de compresión muestra base vs ceniza de hoja de eucalipto.....	50
<b>Tabla 24.</b> Ensayo de compresión muestra base vs ceniza de hoja de eucalipto con microsílíce.....	51
<b>Tabla 25.</b> Resumen de Ensayo de compresión de todas las muestras .....	52
<b>Tabla 26.</b> Ensayo de absorción muestra base .....	53
<b>Tabla 27.</b> Ensayo de absorción con 12% de ceniza de hoja de eucalipto.....	54
<b>Tabla 28.</b> Ensayo de absorción con 14% de ceniza de hoja de eucalipto.....	55
<b>Tabla 29.</b> Ensayo de absorción a 16% de ceniza de hoja de eucalipto .....	56
<b>Tabla 30.</b> Ensayo de absorción a 6% de ceniza de hoja de eucalipto con 2% de microsílíce.....	57

<b>Tabla 31.</b> Ensayo de absorción a 8% de ceniza de hoja de eucalipto con 4% de microsílíce .....	58
<b>Tabla 32.</b> Ensayo de absorción a 10% de ceniza de hoja de eucalipto con 6% de microsílíce .....	59
<b>Tabla 33.</b> Ensayo de absorción a muestra base vs ceniza de hoja de eucalipto .....	60
<b>Tabla 34.</b> Ensayo de absorción a m. base vs ceniza de hoja de eucalipto con microsílíce .....	61
<b>Tabla 35.</b> Resumen de ensayo de absorción .....	62
<b>Tabla 36.</b> Resumen de ensayo de alabeo.....	63
<b>Tabla 37.</b> Costo muestra base .....	64
<b>Tabla 38.</b> Costo de 12% de ceniza de hoja de eucalipto.....	64
<b>Tabla 39.</b> Costo de 14% de ceniza de hoja de eucalipto.....	64
<b>Tabla 40.</b> Costo de 16% de ceniza de hoja de eucalipto.....	65
<b>Tabla 41.</b> Costo 6% ceniza de hoja de eucalipto con 2% de microsílíce .....	65
<b>Tabla 42.</b> Costo 8% ceniza de hoja de eucalipto con 4% de microsílíce .....	65
<b>Tabla 43.</b> Costo 10% ceniza de hoja de eucalipto con 6% de microsílíce .....	66
<b>Tabla 44.</b> Resumen de costos.....	66

## Índice de figuras

Figura 1. Partes de un adoquín.....	15
Figura 2. Elementos del pavimento adoquinado .....	17
Figura 3. Comportamiento estructural.....	17
Figura 4. Esquema de densificación de microsílíce y concreto .....	23
Figura 5. Recolecta de Hoja de eucalipto.....	38
Figura 6. Recolecta de Hoja de eucalipto.....	38

## Índice de gráficos

<b>Gráfico N° 1.</b> Ensayo de compresión a muestra base.....	43
<b>Gráfico N° 2.</b> Ensayo de compresión 12% de ceniza de hoja de eucalipto .....	44
<b>Gráfico N° 3.</b> Ensayo de compresión 14% de ceniza de hoja de eucalipto .....	45
<b>Gráfico N° 4.</b> Ensayo de compresión 16% de ceniza de hoja de eucalipto .....	46
<b>Gráfico N° 5.</b> Ensayo de compresión 6% ceniza de hoja de eucalipto con 2% de microsílice.....	47
<b>Gráfico N° 6.</b> Ensayo e compresión 8% ceniza de hoja de eucalipto con 4% microsílíce	48
<b>Gráfico N° 7.</b> Ensayo de compresión 10% ceniza de hoja de eucalipto con 6% microsílíce .....	49
<b>Gráfico N° 8.</b> Ensayo de compresión muestra base VS ceniza de hoja de eucalipto .....	50
<b>Gráfico N° 9.</b> Ensayo de compresión muestra base vs ceniza de hoja de eucalipto con microsílice.....	51
<b>Gráfico N° 10.</b> Resumen de ensayo de compresión.....	52
<b>Gráfico N° 11.</b> Ensayo de absorción a muestra base.....	53
<b>Gráfico N° 12.</b> Ensayo de absorción con12% de ceniza de hoja de eucalipto.....	54
<b>Gráfico N° 13.</b> Ensayo de absorción con 14% de ceniza de hoja de eucalipto.....	55
<b>Gráfico N° 14.</b> Ensayo de absorción con 16% de ceniza de hoja de eucalipto.....	56
<b>Gráfico N° 15.</b> Ensayo de absorción a 6% ceniza de hoja de eucalipto con 2% de microsílice.....	57
<b>Gráfico N° 16.</b> Ensayo de absorción a 8% de ceniza de hoja de eucalipto y 4% de microsílice.....	58
<b>Gráfico N° 17.</b> Ensayo de absorción a 10% de ceniza de hoja de eucalipto con 6% de microsílice.....	59
<b>Gráfico N° 18.</b> Comparación del ensayo de absorción entre muestra base VS ceniza de hoja de eucalipto.....	60
<b>Gráfico N° 19.</b> Comparación del ensayo de absorción entre muestra base VS ceniza de hoja de eucalipto con microsílíce .....	61
<b>Gráfico N° 20.</b> Resumen de ensayo de absorción.....	62
<b>Gráfico N° 21.</b> Resumen de costos .....	67

## Resumen

El presente informe de investigación titulado: “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III, utilizando ceniza de hoja de eucalipto y microsílíce con ceniza de hoja de eucalipto, Lima 2019”, presenta como objetivo evaluar las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III utilizando ceniza de hoja de eucalipto y microsílíce, para ello tiene una metodología de tipo aplicado, con diseño experimental de tipo cuasi experimental y un enfoque cuantitativo.

Es así que como resultados se lograron evaluar las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III, utilizando ensayos tales como compresión, absorción y alabeo, para ello se ha realizado 7 diseños, en donde se muestra el diseño patrón o muestra base, 3 diseños de ceniza de hoja de eucalipto y 3 diseño de microsílíce con ceniza de hoja de eucalipto, es así que el diseño mas optimo de ceniza de hoja de eucalipto es la adición del 14%, y para el diseño óptimo de microsílíce con ceniza de hoja de eucalipto es de 8% de microsílíce y 6% de ceniza, lo cual dieron resultados óptimos en las evaluaciones de las propiedades mecánicas.

**Palabras clave:** Ceniza de hoja de eucalipto, microsílíce, adoquines tipo III.

## **Abstract**

The present research report entitled: "Evaluation of the mechanical properties of concrete in type III paving stones, using eucalyptus leaf ash and microsilica with eucalyptus leaf ash, Lima 2019", aims to evaluate the mechanical properties of concrete in paving stones. type III using eucalyptus leaf ash and microsilica, for this it has an applied type methodology, with quasi-experimental type experimental design and a quantitative approach.

Thus, as results, the mechanical properties of concrete in type III paving stones were evaluated, using tests such as compression, absorption and warping. For this, 7 designs were made, showing the pattern design or base sample, 3 designs of eucalyptus leaf ash and 3 microsilica design with eucalyptus leaf ash, so the most optimal design of eucalyptus leaf ash is the addition of 14%, and for the optimal design of microsilica with eucalyptus leaf ash it is 8% microsilica and 6% ash, which gave optimal results in evaluations of mechanical properties.

**Keywords:** Eucalyptus leaf ash, microsilica, type III paving stones.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Actualmente para realizar un proyecto de infraestructura vial depende de diferentes factores, tales como la viabilidad del proyecto, su magnitud, el impacto con el ambiente y con la sociedad, es así que uno de los principales factores es el económico para poder lograr la realización del proyecto y tener resultados óptimos, por ello para tratar de economizar es necesario recurrir a nuevos materiales o aplicar nuevos métodos y/o diseños de construcción.

Como bien se sabe que en el mundo existen muchas carreteras que no están totalmente pavimentadas, y las que si lo están la gran mayoría su capa de rodadura está compuesta de pavimentos rígidos, mixtos o flexibles, no en todos los países apuestan por otro tipo de pavimentación.

Es así que en el Perú no es ajeno a ello, debido a que todas las pavimentaciones que se realizan apuestan por utilizar un pavimento flexible o rígido y en muchos casos no apuesta por una pavimentación distinta, económica y fácil de instalación tales como los pavimentos articulados. Como menciona Bahamondes (2013), los pavimentos de adoquines son utilizados como una solución alternativa a los pavimentos tradicionales para calzadas vehiculares de baja transitabilidad.

En la ciudad de Lima podemos observar que, en diferentes distritos presentan distintos problemas de infraestructura vial, como es la falla de la pavimentación (ya sea pavimento rígido o flexible), lo cual los causantes vienen a ser desde el diseño, materiales o su proceso constructivo, es así que actualmente se vienen proponiendo nuevas formas de pavimentación como es la aplicación de pavimentos articulados (adoquín) y la aplicación de aditivos ayudan a mejorar las propiedades mecánicas de los pavimentos.

Los prefabricados o adoquines surgen desde el abandono de las superficies de rocas sin labrar por un recubrimiento de roca tallada, ya que es de vital importancia que los vehículos y transeúntes transiten con total comodidad, actualmente los adoquines son elaborados de concreto además se le añaden aditivos para mejorar sus propiedades mecánicas que tienen diversos usos, como patios industriales y contenedores, pavimento para vehículos pesados, pavimento para vehículos livianos y pavimento peatonal.

Las principales características de los adoquines es su durabilidad, resistencia, fácil

instalación, bajo costo y fácil de dar mantenimiento, ya que son elementos sólidos con un grosor uniforme e iguales entre sí; los adoquines forman la capa rodante, ya que son componentes prefabricados y llegan al sitio preparados para su ubicación.

Esta investigación experimental se estudiaron las propiedades mecánicas en del concreto utilizado en adoquines para tránsito pesado son elaborados como una composición alternativa, por ello se propone utilizar la ceniza de las hojas del eucalipto, ya que, en investigaciones realizadas, datan que el eucalipto brinda mayor resistencia, además se realizará una comparación con el aditivo microsílíce y se dará a conocer las propiedades mecánicas que este añade al adoquín, para luego evaluar y ver con que tipo de material disminuye el factor económico.

En esta investigación se planteó como **problema general**, ¿De qué manera la ceniza de hoja de eucalipto y el aditivo microsílíce influyen en las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III en Lima?, además los siguientes problemas específicos:

- ¿Cómo la adición de ceniza de hoja de eucalipto influye en las propiedades mecánicas del adoquín tipo III?
- ¿Cómo la adición de microsílíce con ceniza de hoja de eucalipto influye en las propiedades mecánicas del adoquín tipo III?
- ¿Cómo la adición de ceniza de hoja de eucalipto influye en el costo de producción de adoquines tipo III?
- ¿Cómo la adición de microsílíce con ceniza de hoja de eucalipto influye en el costo de producción de adoquines tipo III?

Esta investigación se desarrolla teniendo la finalidad de aportar información valiosa respecto a los adoquines utilizando ceniza de hoja de eucalipto, ya que ésta ayuda a mejorar la resistencia haciendo más económico y eficaz al momento de su fabricación.

Entonces, la presente tesis se realiza con labor social y educativa aportando conocimiento para mejorar las propiedades mecánicas de los adoquines con la utilización de aditivos naturales tal como es la ceniza de hoja de eucalipto, y así tener en cuenta al momento de su fabricación ya que lo hará más económico, además con esta mejora de tendrán las propiedades mecánicas de los adoquines

puede tener en cuenta para que sean utilizados en una pavimentación articulada para tránsito pesado ya esto disminuirá su costo y es muy fácil su instalación.

La **justificación teórica** está basada en que el presente trabajo ayudará a tener un mayor conocimiento del uso de adoquines y su aplicación, de acuerdo a la Norma Técnica peruana 399.611 y 399. 613, en donde se detalla el uso adecuado de los adoquines tanto peatonales como para tránsito pesado.

La **justificación practica** se basa en la evaluación de las propiedades del concreto en adoquines Tipo III, lo cual mediante los resultados nos muestra que la adición de ceniza de hoja de eucalipto y la aplicación del aditivo microsílíce, son soluciones alternativas para mejorar las propiedades del concreto en adoquines, es así que se verán reflejados en los ensayos de resistencia, absorción y alabeo.

Respecto a la **justificación metodológica**, se ha propuesto en la presente investigación, se utilizarán instrumentos de medición para las variables de la investigación. Estos instrumentos a utilizar son: ensayo de absorción de agua, ensayo resistencia y alabeo, tal como se tomarán en cuenta los requisitos estipulados por la Norma Técnica Peruana 399.611 y, esto será evaluado por los expertos en el tema y por el asesor temático para ser evaluado mediante la confiabilidad y validez.

Además, como **objetivo general** se planteó, evaluar las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III utilizando ceniza de hoja de eucalipto y microsílíce, y se formularon los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la dosificación óptima de ceniza de hoja de eucalipto para la mejora de las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III.
- Determinar la dosificación óptima de microsílíce con ceniza de hoja de eucalipto para la mejora de las propiedades mecánicas del adoquín tipo III.
- Determinar la influencia de la dosificación óptima de ceniza de hoja de eucalipto en el costo de producción de adoquines tipo III.
- Determinar la influencia de la dosificación óptima de aditivo microsílíce con ceniza de hoja de eucalipto en el costo de producción de adoquines tipo III.

Es por ello que como **hipótesis general** se planteó, La adición de porcentajes de ceniza de hoja de eucalipto y microsílíce ayudan a mejorar positivamente las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III en Lima, y sus hipótesis específicas son las siguientes:

- La adición de los porcentajes de ceniza de hoja de eucalipto influye de manera positiva en las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III.
- La adición de los porcentajes de aditivo microsílíce con ceniza de hoja de eucalipto influyen de manera positiva en las propiedades mecánicas de los adoquines tipo III.
- El porcentaje óptimo de ceniza de hoja de eucalipto influye de manera positiva en los costos de producción de adoquines tipo III.
- El porcentaje óptimo de aditivo microsílíce con ceniza de hoja de eucalipto influye de manera positiva en los costos de producción de adoquines tipo III.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Villanueva (2017), presenta su tesis titulada *“Resistencia de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con sustitución de 15% de cemento por ceniza de eucalipto de hornos artesanales”*, en la obtención del grado de Ingeniero Civil, en la Universidad San Pedro, Huaraz, lo cual tiene como objetivo mejorar de manera específica la resistencia del concreto, sustituyendo parcialmente el cemento por cenizas de eucalipto, ya que así beneficiará a las nuevas construcciones de viviendas en el Perú, debido a que se busca alternativas de recursos naturales para el diseño de concreto con una resistencia alta. Se obtuvo como resultado que al sustituir 15% de ceniza de eucalipto a los 7 días la resistencia aumenta en un 0.2%, a los 14 días aumenta 1.2% y a los 28 días aumenta 1.5%, llegando de 210 kg/cm<sup>2</sup> a 215 kg/cm<sup>2</sup>, esto sucede debido a que se observó que la presencia de silicato tricálcico en donde hace un rápido endurecimiento, llegando a la conclusión que las muestras son altamente alcalinas resultando similar al cemento, además que la composición química de las cenizas de eucalipto dan a conocer que es una puzolana y que contiene un 88.23% de compuesto puzolánico es así que se compruebe con la norma ASTM C-218.

López y Pinedo (2015), presentan su tesis titulada *“Mejoramiento de las características físico mecánicas de adoquines de cemento para pavimentación adicionando escoria de horno eléctrico en su proceso de fabricación – Nuevo Chimbote - 2015”*, para que obtengan el grado de Ingeniero Civil, en la Universidad Nacional del Santa, en lo cual su objetivo fue optimizar las propiedades físico-mecánicas en la utilización de adoquines de cemento añadiendo escoria realizado en horno eléctrico mediante las normas NTP 399.611 Y NTP 399.604, ésta tesis está basada para el uso de escoria de la empresa SiderPerú como parte del agregado fino en el mortero, sin embargo la presente investigación propone utilizar la escoria del horno eléctrico para que mejore las características del adoquín, utilizando proporciones en reemplazo del cemento tradicional, para así mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines de cemento que se utilizan en pavimentos para tránsito ligero la metodología utilizada es cuantitativa experimental, en síntesis se obtuvo como resultado final que respecto a la resistencia del diseño aumenta su resistencia en un 31.25% respecto a la resistencia de diseño lo cual cumple con la NTP 399.604, además de cumplir con los requerimientos técnicas importantes para ser utilizadas en tránsito vehicular

ligero, en donde es una alternativa de solución en el pavimentado, ya que disminuye el 20% en su costo de fabricación.

Barrantes y Holguin (2015), en su tesis titulada *“Influencia del porcentaje de reemplazo de ceniza volante por cemento sobre la resistencia a la compresión y la absorción en la fabricación de adoquines de tránsito liviano”*, en la obtención del grado de Ingeniero de materiales mediante la Universidad Nacional de Trujillo, en la cual tuvieron como objetivos establecer y aclarar el impacto de proporción de sustitución de ceniza volante por cemento, teniendo en cuenta la relación con la resistencia a la compresión y absorción al momento de elaborar adoquines para tránsito ligero, además de determinar la resistencia a la compresión y absorción del agua en adoquines con distintas proporciones de ceniza volante y compararlos con la NTP 399.611, la ceniza volante es un material compuesto por silicoaluminosos, provenientes de un tratamiento térmico, actualmente es utilizado ya que tiene múltiples ventajas económicas y técnicas, es así que en sus resultados se determinó que al utilizar 20% de ceniza volante incrementa de 5.32% a 8.51% de absorción comparados con la NTP, además el 20% de ceniza volante incrementa la resistencia de los adoquines a 361.33 kg/cm<sup>2</sup>, y a partir del 30% disminuye su resistencia, concluyendo que los porcentajes óptimos de ceniza volante en adoquines están entre los rangos de 10% a 30% ya que muestran efectos óptimos a la absorción y resistencia.

Huatay (2014), presenta su tesis titulada *“Propiedades mecánicas del concreto elaborado con aditivo microsílíce”*, para que obtenga el grado como Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Cajamarca, en la cual planteó el objetivo de establecer la mejor dosis en porcentajes de la microsílíce ayudando a optimizar la resistencia a la compresión del concreto y evaluarla cuál dosis es la mejor en porcentajes al microsílíce en la resistencia a la compresión del concreto y realizar su respectiva evaluación de que se debe hacer para ayudar a optimizar la resistencia mecánica del concreto mediante rompimiento de probetas, se utiliza el microsílíce ya que se tiene conocimiento que este aditivo da una mejora a la resistencia en compresión al concreto simple, es así que sus resultados son positivos ya que al utilizar el microsílíce aumentó considerablemente la resistencia a la compresión siendo mejor que la mezcla patrón, además la resistencia máxima

en la compresión fue de 309 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días, empleando el 5% de microsílíce, concluyendo que el 5% de microsílíce con respecto al peso del cemento fue el más apto para ser añadido y dar mejora a la resistencia, además que los porcentajes de aumento de la resistencia fueron de 46%, 33.19% y 31.76% respectivamente para dosificaciones de 5%, 8% y 10% de aditivo microsílíce.

Molina y Chara (2017), en su tesis titulada *“Influencia de la adición de nanosílíce en las propiedades de un concreto de alta resistencia para la ciudad de Arequipa”* en la obtención del grado de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de San Agustín – Arequipa, en donde su objetivo fue la establecer cuál es el mejor porcentaje de dosificación de nanosílíce estando fresco y endurecido lo cual fue realizado en Arequipa-Perú, además de obtener una dosificación adecuada de la aplicación de nanosílíce para mejorar sus diferentes características de un concreto a alta resistencia, lo cual obtuvieron resultados óptimos, tales como para el diseño de  $f'c=420$  kg/cm<sup>2</sup>, utilizando un 0.8% de aditivo obtuvieron un incremento de 59.76% de más, para el diseño de  $f'c=500$  kg/cm<sup>2</sup>, utilizando 0.8% de aditivo obtuvieron un incremento de 44.32%, llegando a la conclusión que la resistencia a la compresión obtenidos a los 28 días de edad alcanzaron razón entre 100.96% hasta 159.76%, de la resistencia del diseño, alcanzando un máximo de  $f'c=670.98$  kg/cm<sup>2</sup>, utilizando 0.8% de aditivo en el diseño de  $f'c=420$  kg/cm<sup>2</sup>.

Martínez (2016), presenta su tesis titulada *“Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre un adoquín convencional y adoquines preparados con diferentes fibras: sintética (polipropileno), orgánica (estopa de coco), inorgánica (vidrio)”*, mostrada en la obtención del grado de Ingeniero Civil, en Universidad Técnica de Ambato – Ecuador, para ello tuvo como objetivo estudiar como se muestra la conducta de la resistencia a compresión entre el adoquín convencional con un adoquín elaborado con distintas fibras, además de analizar el porcentaje de fibras utilizadas para llegar a diferentes resistencias y determinar su grado de variación de resistencia con los distintos materiales, se utilizaron porcentajes de 0.1%, 0.2% y 0.3%, en los 3 materiales, además se realizaron pruebas en distintas edades del adoquín, obteniendo como resultado que los esfuerzos más altos con los porcentajes son: para el polipropileno con un 0.1% se obtuvo 432.60 kg/cm<sup>2</sup>, para el coco con un 0.2% adquirió 401.91 kg/cm<sup>2</sup> y para el vidrio con 0.2% adquirió

387.75 kg/cm<sup>2</sup>, además con el adoquín convencional se obtuvo 356.49 kg/cm<sup>2</sup>, además se da a conocer que al adicionar la fibra de polipropileno en los porcentajes establecidos se obtiene buena consistencia, trabajabilidad y homogeneidad semejante a los adoquines convencionales además que se obtuvo un asentamiento de 3cm en cambio el convencional presentó un asentamiento de 5 cm; concluyendo que los tipos de fibras utilizados mejoran la resistencia del adoquín, siendo la fibra de polipropileno que resalta más al ser añadido un porcentaje 0.1% y da la mayor resistencia.

Plazas y Gamba (2015), en su tesis titulada *“Caracterización de las propiedades mecánicas de adoquines de concreto con adición de residuo de caucho reciclado producto de llantas usadas”* para obtener el título de Ingeniero Civil, en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Colombia, lo cual planteó como objetivo desarrollar un adoquín en la cual demuestre cumplir con los rasgos físicos y mecánicos planteados en adoquines que recientemente se localizan en el mercado de la construcción, mediante la utilización de caucho triturado de llantas usadas como una porción de agregado fino, lo cual obtuvieron como resultado que al utilizar el caucho como un porcentaje de agregado fino, da menos densidad, no aumenta la resistencia, es más frágil, por ello concluyeron que el uso del caucho triturado no es compatible en el desarrollo de las propiedades de resistencia a la flexo-tracción debido a que se evidencia una reducción de resistencia, sin embargo es una solución viable, ya que cumple con el requisito mínimo establecido por las normas de adoquines, en las adiciones del 5% y 10% de caucho, además ayuda con el medio ambiente.

Morales, Suaste y Ávila (2017), presentan su tesis titulada *“Diseño de una mezcla con materiales reciclados para producción de adoquines”*, para la obtención del grado de Ingeniero Mecánico, de la Universidad autónoma de México, lo cual plantearon como objetivo establecer una mezcla idónea utilizando insumos reciclados para la elaboración de adoquines además de realizar las respectivas pruebas de compresión, tal como lo estipula la normativa, además de fomentar la cultura del reciclaje de desechos de construcción; se realizaron distintos adoquines para que se pueda realizar diversos análisis, además de agregar distintos porcentajes tales como 2%, 5% y 10% de residuo de llantas reemplazando a cierto

porcentaje de agregado fino, haciendo variaciones en el porcentaje de agregado de 26.35%, 24.35% y 11.35%; con dichos porcentajes se mostraron diversos resultados, pero los diseños planteados no han llegado a satisfacer según respecta la norma NMX-314, lo que influye es la variación del porcentaje establecido para la sustitución, es así que se debe de reformular un mejor diseño de aplicación, ya que las características de las llantas y cemento, hacen que en la unión entre ambos son muy débiles, debido a la poca compatibilidad entre estos materiales.

Pacheco y Moreno (2018), en su tesis titulada *“Análisis del comportamiento mecánico en adoquines de concreto hidráulico con sustitución de agregado fino por grano de caucho reciclado en los tamices N°8 al N°20 (2.36 mm 0.85mm) y adición de polvo fino de microsílíce”* para obtener el grado de Ingeniero civil en la Universidad de La Salle – Bogotá, se plantearon objetivos evaluar la conducta mecánica en los adoquines del concreto hidráulico, al sustituir el 5,10 y 15% del agregado fino por granulo de caucho de llanta reciclada GCR, en porcentajes de 5, 10 y 15% con adición de polvo de microsílíce respecto del cemento de la mezcla en porcentajes de 3, 6 y 9%, además de determinar una dosificación óptima para los adoquines de concreto al reemplazar el agregado fino por un material granular de caucho y la adición de polvo microsílíce de acuerdo al contenido de cemento de la mezcla, también de realizar los ensayos como el módulo de rotura, densidad, absorción, control de calidad y resistencia a la abrasión a los 28 días. Se realizaron 13 diseños, en donde uno de ellos es un adoquín convencional 3 diseños solo con GCR y el resto la mezcla de GCR y Microsílíce, de los cuales sus resultados fueron favorables en la mayoría de sus diseños ya que cumple según la Norma Técnica Colombiana, es así que sobresale un diseño ya que es el más favorable de todos, lo cual se le agregó 6% de microsílíce y 5% de GCR, este diseño es el más efectivo y eficiente dando resultados en 28 días un 5.94 N/mm<sup>2</sup> (60.57 kg/cm<sup>2</sup>), para absorción se tiene 2.85% y densidad de 2117 kg/cm<sup>2</sup>, en donde está por encima de los valores determinados por la NTC.

Mattey Pedro, Robayo Rafael, Diaz Jherson, Delvasto Silvio, Monzo José, dan a conocer su investigación titulada *“application of rice husk ash obtained from agro-industrial process for the manufacture of nonstructural concrete blocks”* en la revista LatinAm. Metal. Mat. (2015), su objetivo fue estudiar el efecto de la puzolana de la

ceniza de cascara de arroz en la sustitución parcial del cemento porlant tipo I, y como agregado fino en la fabricación de bloques no estructurales y bloques macizos, lo cual sus resultados fueron óptimos ya que tuvieron 2 relaciones de cemento 1:6 y 1:8 con el fin de determinar cuál es la mejor relación, para ello aplicaron diversos porcentajes de adición de ceniza, lo cual la mejor relación fue la de 1:6 con una adición del 20% de ceniza ya que a los 28 días la resistencia aumento en un 6.28%.

Plazas Seidel y Gamba Gustavo, (2015) presentan su tesis titulada *“characterization of the mechanical properties of concrete pavers with the addition of recycled rubber waste product of used tires”*, en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, lo cual tuvieron como objetivo desarrollar un adoquín que cumpla con las características físicas y mecánicas a través de la mezcla de concreto hidráulico y la adición de caucho triturado como porción de agregado fino, lo cual presentan distritos diseños lo cual respecto a la resistencia a la a flexo – tracción la mezcla B y C, con adición de 5% y 10% de grano de caucho reciclado cumplen con las exigencias mínimas de la NTC 2017, lo cual es aceptable ya que ayuda a economizar y poder deshacernos de los residuos como en el caso del caucho.

Buzón Jorge (2010), presenta su investigación titulada *“manufacture of cobblestones for use on pedestrian roads, using African palm cuesco”*, presentado a la revista Inge, lo cual tiene como objetivo diseñar una mezcla de concreto sustituyendo parcialmente al agregado con el cuesco de la palma africana, lo cual ayudará a reducir los costos parciales de fabricación y finales en el uso de adoquines para proyectos viales, es así que para llegar a su resultado solo sustituyeron el 10% del agregado con el cusco de palma africana, lo cual a los 28 días se llegó a obtener la resistencia promedio de 6.71 Mpa y por unidades 9.10 Mpa, y con respecto a la absorción de 6% subió a una absorción promedio de 9% lo cual cumple con la normativa de INCOTEC.

Alejandro Santiago, Miguel et al. (2015), en un artículo titulado *“Design and development of recycled PET pavers”*, tuvo como objetivo de diseñar y elaborar un adoquín utilizando PET reciclado como propuesta de solución para manejo de desechos plásticos, lo cual su resultado fue que el adoquín de PET soporta cargas de 50 000N, su resistencia a temperaturas en intervalos comunes en el área

geográfica de México permite establecer factibilidad y viabilidad. Este proyecto plantea una opción viable para el reciclaje de materiales de plásticos convirtiéndolos en un producto funciona.

**Los Adoquines:** Para la NTP 399.611 (2010), respecto a los adoquines menciona que, en la instalación de pisos en adoquín de arcilla, nos da a conocer que los adoquines son elementos duros, con paredes verticales rectas, utilizados en las superficies de cemento, además que el secado y cocción deban estar a una temperatura considerable; se les dará forma a los adoquines cualquier forma con una plantilla adecuada.

**Adoquines de concreto** elaborados a base de concreto vienen hacer elementos prefabricados macizos, de diferentes dimensiones y colores es así que la NTP 399.611 (2010), nos da a conocer que es una pieza de concreto simple de forma nominal prefabricado y cumple con la NTP, es así que es utilizado en acabados arquitectónicos, tales como veredas de uso peatonal, pavimento para tránsito ligero y para tránsito pesado.

Además, que su forma permite la trabajabilidad, haciendo fácil de colocación cada una.

**Clasificación de los adoquines:** La NTP 399.611 (2010), menciona que los adoquines son clasificados de la siguiente manera:

Tipo I: Adoquines empleados para pavimento de uso personal.

Tipo II: Adoquines empleados para pavimento de tránsito ligero.

Tipo III: Adoquines empleados para pavimento de tránsito vehicular pesado, patios industriales y contenedores.

Además, deben de cumplir los siguientes requisitos:

**Tabla 1.** *Espesor y Resistencia a compresión en adoquines*

Tipo	Espesor nominal (mm)	Resistencia a la compresión, min. Mpa (kg/cm <sup>2</sup> )	
		Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I (peatonal) Tipo B, C y D * Todos los tipos	40	31 (320)	28 (290)
	60	31 (320)	28 (290)
II (Vehicular ligero)	60	41 (420)	37 (380)
	80	37 (380)	33 (340)
	100	35 (360)	32 (325)
III (Vehicular pesado, patios industriales o de contenedores)	≥80	55 (561)	50 (510)

Fuente: Norma técnica peruana N°399.611 (2010)

Además, los adoquines designados para una pavimentación pueden participar en condiciones aumentadas de durabilidad, como el ataque de sulfatos o periodos de hielo y deshielo, la NTP N°399.611, da a conocer lo siguiente:

**Tabla 2.** *Tipo y absorción*

Tipo de Adoquín	Absorción, máx (%)	
	Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I y II	6	7.5
III	5	7

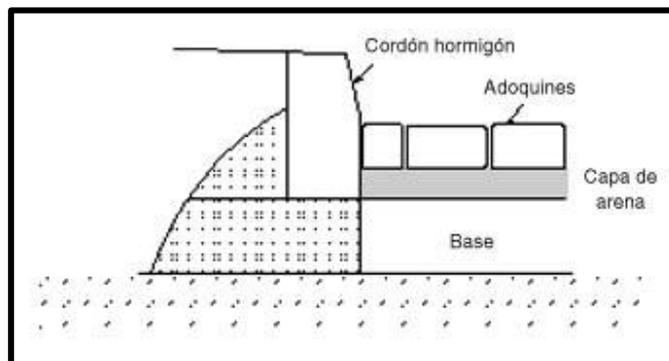
Fuente: Norma técnica peruana N°399.611 (2010)

Respecto al **Proceso Constructivo** para realizar una correcta instalación de los adoquines, además de hacer que perdure sus instalaciones y cumpla con el tiempo de vida correspondiente, por ello la revista Construmática (2008), da las siguientes recomendaciones:

Primero, en el terreno natural ya adecuado, extendiendo la subbase, el tipo y el grosor dependen del tipo de terreno y las cargas a resistir, luego en la subbase correctamente compactada, la base debe extenderse, que es una capa de arena con un grosor entre 4 y 5 cm, ya que soportará los adoquines, por lo que ésta arena no debe contener arcillas y debe colocarse 1 cm más alto que su altura final, ya que al compactar el adoquín, el pavimento se debe de estar a la altura del proyecto.

Seguidamente, se pasa una regla metálica sobre la arena para darle un acabado uniforme y se instalan los adoquines sobre ella, el trabajador debe poner los adoquines delante de él, de modo que, mientras avanza los pisará constantemente. Por fin, se realizan los recortes de las juntas. Se extiende arena extremadamente fina y seca sobre los adoquines previamente establecidos y con pinceles, se preparan las aberturas. En ese punto, se tapa con arena para que los huecos estén totalmente llenos.

Para finalizar, continuamos con el riego y la compactación del pavimento de adoquines previamente finalizado. Se debe considerar el encaje ideal de las piezas y que el grosor de las juntas sea igual. Se observe que no se vean cejas entre los adoquines y que las piezas se hayan ajustado. Verifique la extensión del lecho de arena y la posición de las piezas. Continúe con la reevaluación y compactación del pavimento y su último riego para el asiento.



*Figura 1.* Partes de un adoquín

Fuente: Construcmania

Respecto a los **elementos de un pavimento adoquinado** está conformado propiamente por adoquines, ubicados en una capa de arena con un grosor entendido entre los 3 a 5 cm, para los pavimentos adoquinados la transmisión de esfuerzos verticales entre los adoquines inicia por rozamiento a través de una fina arena, la cual es denominada arena de sellado, lo cual es colocado entre las juntas de los adoquines, (ISCYC, 2015, p.7).

- Capa de arena: su objetivo principal es ser usado como base de ayuda del adoquín en donde permite su correcta compactación y nivelación, además desempeña la función de drenaje, de igual manera actúa como capa de arena para rellenar la base de las juntas; las practicas europeas aconsejan que se deben utilizar un espesor de 5 cm, Australia y Japón demostraron si disminuye el grosor del lecho de arena, decrecen las deformaciones, por lo que es excelente utilizar una capa de menos de 5 cm.
- Arena de sellado: es una arena excepcionalmente fina que irrumpe en el espacio que existe en las juntas de los adoquines, lo cual ayuda a encerrar los bloques laterales y transfiere las cargas verticales entre ellos, es así que la mayoría de especificaciones técnicas piden que la arena de sellado tenga un tamaño máximo de 2.5 mm.
- Bordos de confinamiento: Es requerido que todo pavimento adoquinado tenga un confinamiento paralelo en todo su borde y así evitar la distorsión de las piezas, la separación de las juntas y la pérdida del trabajo de los adoquines, se recomienda que los elementos de restricción deben mostrar a los adoquines una cara vertical y recta, por ello pueden ser prefabricados o colocados en el lugar, es así que este borde debe de tener una profundidad de al menos 15cm por debajo de los adoquines. Además, se considera que la sección debe ser de 15cm de ancho por 30cm de alto con un  $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$ .

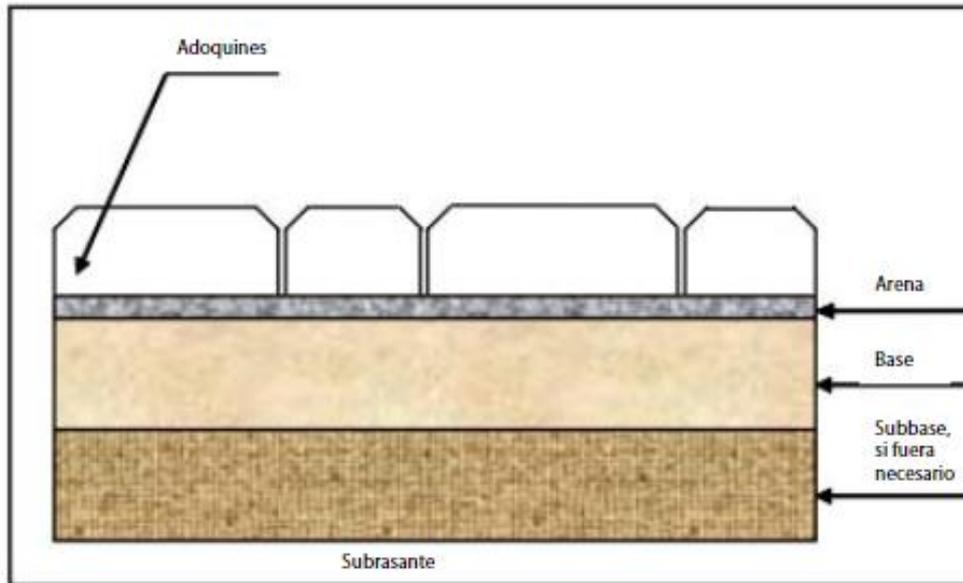


Figura 2. Elementos del pavimento adoquinado

Fuente: Revista ISCYC

**Comportamiento Estructural:** La Revista ISCYC (2015) da a conocer el siguiente comportamiento estructural de los adoquines.

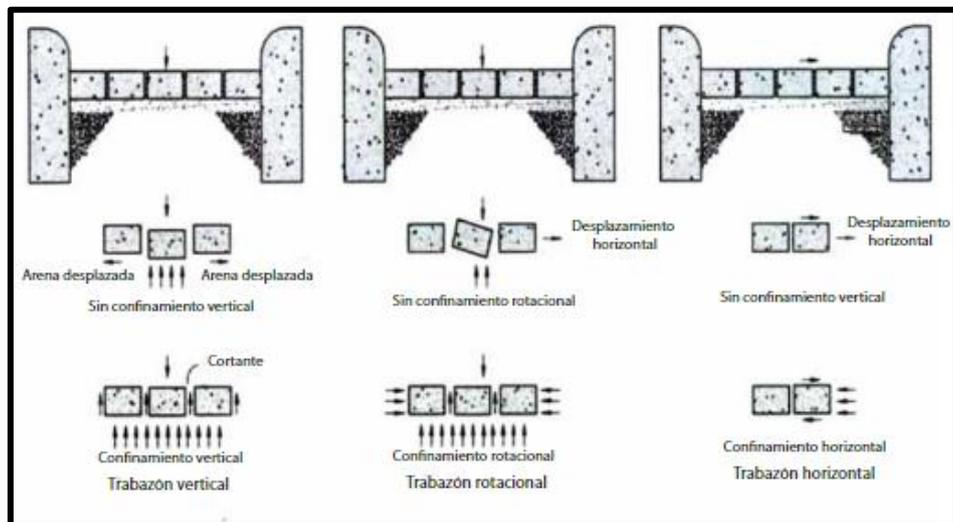


Figura 3. Comportamiento estructural

Fuente: Revista ISCYC

**Requisitos en pavimentos articulados:** El Instituto SENCICO (2010) da a conocer que los materiales empleados deben de cumplir con los requisitos siguientes:

**Tabla 3.** *Granulometría arena de cama ASTM C33*

MALLA	% PASA
9,5 mm (3/8")	100
4,75 mm (N° 4)	95 – 100
2,36 mm (N° 8)	85 – 100
1,18 mm (N° 16)	50 – 85
600 µm (N° 30)	25 – 60
300 µm (N° 50)	10 – 30
150 µm (N° 100)	02 – 10
75 µm (N° 200)	00 – 01

Fuente: Instituto SENCICO

**Tabla 4.** *Granulometría de la arena de sello ASTM C144*

MALLA	% PASA
4,75 mm (N° 4)	100
2,36 mm (N° 8)	95 – 100
1,18 mm (N° 16)	70 – 100
600 µm (N° 30)	40 – 75
300 µm (N° 50)	20 – 40
150 µm (N° 100)	10 – 25
75 µm (N° 200)	00 – 10

Fuente: Instituto SENCICO

**Tabla 5.** Resistencia del adoquín a compresión

TIPO	ESPESOR (mm)	PROMEDIO* (MPa)	MINIMO* (MPa)
I	40	31	28
	60	31	28
II	60	41	37
	80	37	33
III	100	35	32
	≥ 80	55	50

\*Valores correspondientes a una muestra de tres unidades

Fuente: Instituto SENCICO

**Materiales:** Los recursos principales que se utilizan en el montaje de adoquines deben aceptar las pautas especializadas. Los recursos principales que se utiliza en la producción de adoquines deben respetar las normas técnicas planteadas con respecto al agua (NTP 339.088), cemento (NTP 334.009, NTP 334.082 Y NTP 334.090) y agregados (NTP 33400.037).

Para el **cemento**, La Norma Técnica Peruana 334.001 (2001) da a conocer que el portland es un cemento hidráulico en donde se produce mediante la pulverización del Clinker de portland combinado básicamente de silicatos de calcio hidráulicos y en su mayor parte contienen sulfato de calcio en una expansión durante la trituración.

Composición química.

- Silicato tricálcico es el que le otorga su resistencia inicial además interviene primordialmente en el calor de hidratación.
- Silicato di cálcico es el que define su resistencia a un determinado tiempo.
- Aluminio tricálcico trabaja como catalizador en la reacción de los silicatos, también produce un fraguado rápido.
- Aluminio ferrito tetracálcico es el que interviene en el tiempo de demora de hidratación y de forma secundaria con el calor de hidratación.

- Otros componentes como el sodio, manganeso, óxido de magnesio, potasio, y titanio.

**Tabla 6.** Composición química del cemento

Componentes	Cemento Pacasmayo Tipo I
Cal combinada: CaO	62.50%
Silice: SiO <sub>2</sub>	21%
Alumina: Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.50%
Hierro: Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.5
Óxido de Azufre: SO <sub>3</sub>	2%
Cal Libre: CaO	0%
Magnesio: MgO	2%
Perdida al Fuego: P.F	2%
Residuo Insoluble: R.I	1%
Alcalis: Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	0.50%

Fuente: Cemento Pacasmayo

Respecto al **agua**, a Norma Técnica Peruana 339.088 da a conocer que el agua es el requisito primordial e indispensable en el concreto, ya que es utilizada para el mezclado, curado y lavado.

**Tabla 7.** Valores Máximos admisibles de sustancias en el agua NTP 339.088

DESCRIPCIÓN	LIMITE PERMISIBLE
Cloruros	300 ppm.
Sulfatos	300 ppm.
Sales de magnesio	150 ppm.
Sales solubles totales	1500 ppm.
pH	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm.
Materia Orgánica	10 ppm

Fuente: Norma Técnica Peruana 339.088

Para los **agregados**, la Norma Técnica Peruana 334.001 (2001) da a conocer que

los agregados contienen sustancias lo cual reaccionan químicamente con la mezcla de materiales de solución o hidratación del cemento portland en hormigón y/o morteros, con la presentación de condiciones de exposición, lo que provoca en ciertos casos perjudicando la expansión de manchado o rajaduras.

Por ello para ser empleados, se deben respetar las disposiciones que se da en la NTP, además seguir con los procedimientos respectivos, tales como el correcto tamizado.

As aggregates of the mixtures of specimens or concrete can be considered, all those materials that having a sufficient strength of their own (particle resistance), do not disturb or adversely affect the properties and characteristics of the mixtures and guarantee sufficient adhesion with the hardened paste of Portland cement. In general, most are inert materials, that is, they do not develop any type of reactions with the other components of the mixtures, especially with cement; However, there are some aggregates whose finest fraction presents activity by virtue of its hydraulic properties collaborating with the development of mechanical resistance, such as: blast furnace slag from steelmakers, materials of volcanic origin where there is active silica, among others (RIVERA, 2010) .

**Aditivos:** Los **aditivos** según Rivvera (2003), caracteriza a los aditivos como “un material que, al no ser agua, fibra de refuerzo, cemento ni agregado, es comúnmente utilizado como un ingrediente extra en la producción de concreto o mortero, además que se añade antes o durante del mezclado”, p.276.

Los aditivos pueden ser de naturaleza inorgánica y orgánica, cuyo objetivo principal es modificar las propiedades físicas en estado fresco, además suelen ser presentados en polvo o en líquido.

**Tipos de aditivos:**La revista Technology “Los aditivos para concreto en seis pasos” (2006) menciona los siguientes tipos de aditivos presentados por el ACI:

- Los aditivos plastificantes, ayudan a reducir el agua, a la vez captados en la superficie de las partículas en los aglomerantes haciéndolos que tengan una mejor trabajabilidad.
- Los aditivos superplastificantes, son aditivos químicamente distintos a los

plastificantes pero su acción casi la misma, son utilizados para producir un concreto fluido, pero llega a darse una trabajabilidad baja por ello el ACI recomienda que sean agregados justo antes de la colocación.

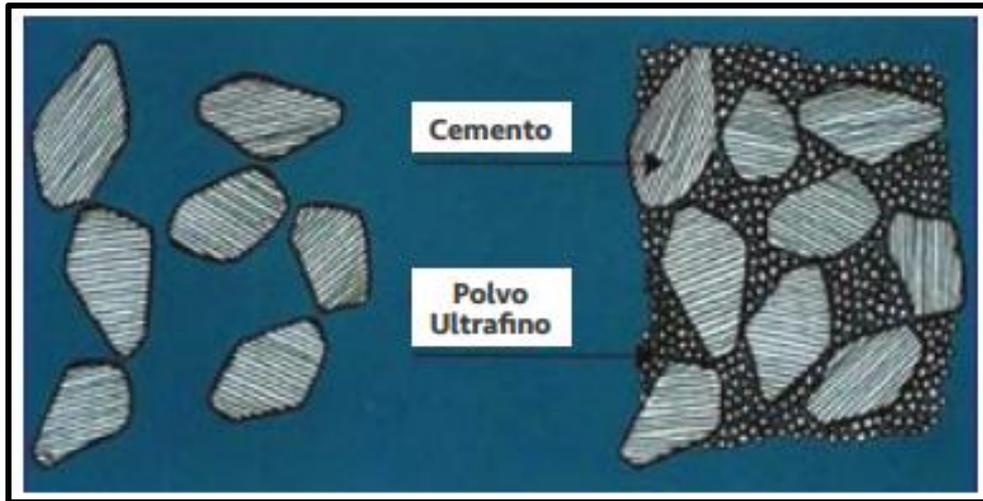
- Aditivos inclusores de aire introducen aire en pequeñas burbujas que son distribuidas de muy uniformemente por toda la pasta de cemento.
- Los Aditivos aceleradores hacen que el proceso químico del cemento y agua sea una reacción más acelerada, para que así el fraguado sea más rápido y se tenga alta resistencia a una temprana edad.
- Aditivos retardantes son los que hacen que la reacción química que existe entre el agua y cemento disminuya su tiempo de fraguado, haciendo una prolongación para que se gane más resistencia inicial.

Con relación al **Microsílice** Quiminet (2015) da a conocer que el microsíllice, es un sólido formado por esferas de dióxido de silicio ultra fino, lo cual es un sub producto cuando se produce el silicio metálico o ferro sílico en horas a altas temperaturas.

Eulcid group toxemet (2016), da a conocer que:

“The cement during the hydration process releases lime, which in the presence of an amorphous material rich in silica (such as microsilica), in humid conditions and at room temperature, forms physically and chemically stable secondary cementing products that contribute to the strengths of the concrete; In addition, the products formed do not release heat of hydration and are chemically resistant, which makes concrete more durable”

Durante el proceso de encuentro de la cal y microsíllice en circunstancias húmedas y temperatura ambiente hacen que se generen productos cementales secundarios estables y químicamente, en la cual contribuye a mejorar la resistencia del concreto, así como en la industria de la cerámica y refractaria.



*Figura 4.* Esquema de densificación de microsilíce y concreto

Fuente: Toxement (microsilíce) - 2016

Elken microsilíce 920 ASTM, en su publicación Concrete Applications - Product data sheet (2017), mencionan que “el microsilíce ayudan en la menoración del rendimiento de las formulaciones de concreto y mortero, además actúa físicamente para optimizar el empaquetamiento del particular de la mezcla de concreto”.

Portugal (2015) menciona que “en 1986 Walg demuestra que añadiendo un pequeño porcentaje tales como 2% al 5% de microsilíce da como resultado una estructura densa en la zona de transición con un firme aumento en el microendurecimiento y a la resistencia a la fractura”, p. 82.

Portugal (2015) da a conocer que “en 1990 los investigadores Gohen y Dolch demostraron por cada 15% de microsilíce reemplazando al cemento se presenta aproximadamente 2 millones de particular de microsilíce en cada gramo de cemento portland en mezcla de concreto”, es por ello que el microsilíce tiene un gran efecto pronunciado sobre las propiedades del concreto (p. 81).

**Propiedades físicas del microsilíce:** Portugal (2015, p. 77), da a conocer que “las características del microsilíce son frecuentes; tales como su medida promedio muy pequeña, tipo indefinido, alto contenido de silíce”.

Su color del microsilíce cambia desde gris claro a oscuro proporcionando una lechada de color negro; debido a que el SiO<sub>2</sub>, es incoloro, el color es agregado por los otros agregados no silicios.

El peso unitario suelto del aditivo microsílíce según colectas de elaboración oscilan en el ordenadamente desde 130 a 430 kg/m<sup>3</sup>, llegando a 300 kg/m<sup>3</sup> como promedio.

Los **Eucaliptos** generalmente se consideran árboles australianos, en donde en gran cantidad de las muchas especies y subespecies son endémicas del continente australiano y de las islas adyacentes. Pero varios ocurren naturalmente en la masa de tierra de Papua Nueva Guinea, al norte de Australia, y pocas especies se encuentran en ciertas islas de la parte castern del archipiélago indonesio. (FAO, 1981, p.26).

Carrillo (2001), da a conocer que:

La variedad Eucalyptus tiene un lugar con el grupo orgánico de las Mirtáceas, involucra, de 400 a 600 especies, locales de Australia. Esta clase está conformada por eucaliptos de diferentes tamaños y formas, que florece en diferentes condiciones climáticas, ya que se extienden en casi todas las naciones del planeta. En su zona de circulación natural se encuentra desde el nivel del océano hasta los 2000 metros de altura. Eucalyptus globulus Labill, tiene un lugar con la familia Mirtáceas.

El eucalipto es perteneciente a la familia de Mirtáceas, lo cual persive de 400 a 600 especies naturales de Australia, podemos encontrar diversos tamaños, formas y que mejoren las condiciones climáticas, además son encontrados en diferentes países.

**Descripción botánica del eucalipto**, para la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO (1981), menciona que Australia mantiene la altura de un árbol promedio entre 45 a 55 metros, con un tronco firme y recto, además su parte alta es abierto y pesado, su forma de corteza es tosca, gris y persistente a la base, lisa en la parte superior, las hojas jóvenes son glaucas, opuestas y sésiles, sus ramitas son rectangulares de 4 a 16 cm, las hojas maduras son alternas, pecioladas, lanceoladas manteniendo un color verde oscuro, a usualmente curvadas, la madera tiene textura abierta, es pardo amarillento clara, generalmente grano entrelazado, anillos de crecimiento muy evidentes, fuerte y relativamente durable.

En los **Requerimientos ambientales**, Carlson y Candelas (1985), menciona que la naturaleza del sitio para el eucalipto en la Sierra provoca algunos elementos (precipitación, pendiente, superficie de cóncava a convexa, el volumen del suelo involucrado por piedra y profundidad efectiva del suelo para las raíces) esencialmente caracterizan su inclinación de la tierra a secarse.

Carrillo (2001), especifica que los requerimientos básicos que necesita el eucalipto en la obtención de un gran beneficio financiero, sus terrenos deben de tener una profundidad que no sea más de un metro, deben estar drenados, sueltos, de baja pedregosidad y pH entre 5,5 a 6,5 básicamente. Además la temperatura natural anual oscila entre 10 °C a 14 °C y 700 mm de precipitación como básico, al no contener estas condiciones, su rendimiento no podrán superar a los parámetros mínimo

Para realizar una plantación de eucaliptos y obtener provecho económicamente, el terreno a utilizar debe tener una profundidad de un metro, además de estar bien drenado, su pH entre 5.5 a 6.5 y lo importante es que con contenga muchas rocas, además se debe de considerar la temperatura que es entre 10°C a 14°C con una altura con relación al mar de 700 msnm.

**Usos del eucalipto**, Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO (1981), mencionan los usos principales del eucalipto son en madera para leña ya que contiene un gran valor calorífico, en minas, en pasta, además de postes pequeños y grandes y empalizados.

**Uso del eucalipto en la construcción**, El eucalipto suministra actualmente como otros arboles suministra madera de construcción, postes, además la madera la utilizan para realizar fabricación de suelos de parquet alcanzando precios muy elevados.

**Hoja de eucalipto**, Para dar conocimiento de las hojas de eucalipto Renobales y Sallés, en su artículo mencionan que:

Las hojas juveniles de eucalipto son sésiles, ovales, grisáceas y hoz moldeadas, que se expanden y se vuelven espléndidas sombras a luciendo un color verde pálido, además las hojas adultas contienen un aceite básico, con un aroma balsámico característico, que es un desinfectante increíble normal. a pesar de ser

un estimulante con un efecto purificador, expectorante y antiviral nasal. (2001).

Las hojas más recientes de los eucaliptos carecen de una unión con el tallo (sésiles), son ovaladas, además de tener una sustancia gris, las hojas adultas contienen un aceite esencial característico, es así que esta esencia también se le considera como desinfectante natural y antiviral.

**Composición química de ceniza de eucalipto:** El componente fundamental del eucalipto es el aceite de eucalipto, lo cual es un aceite volátil destilado a partir de sus hojas frescas, está compuesto principalmente por cantidades pequeñas de aldehídos volátiles, terpenos, alcoholes, además de ello otro de su componente común es la sílice o silica, esta parte mejora la resistencia y calidad de adoquines de concreto, por ello se presenta la siguiente tabla.

**Tabla 8.** *Análisis químico de las cenizas de eucalipto (FRX)*

Elemento	Ceniza (% en peso)
SiO <sub>2</sub>	37.4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.6
K <sub>2</sub> O	6.3
Na <sub>2</sub> O	1.4
MgO	4.5
CaO	25.1
MnO	0.9
TiO <sub>2</sub>	0.4
P <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	2.5
P.p.c	5.3

Fuente: REVISTA CASTELLÓN – España

**Propiedades mecánicas del adoquín:** Las propiedades mecánicas de un material son realizadas para poder conocer las características ya que podemos ver la manera en que se ha empleado soporte una malformación no tan excesiva y pueda evitar una ruptura, por ello se debe tener en cuenta que el material utilizado tenga una buena inspección de calidad especificados en las normas y ellos se deben encontrar en los rangos establecidos. (2006, p. 123).

**Alabeo del adoquín,** este ensayo se realiza con la finalidad de evaluar la concavidad y convexidad de las muestras sobre una superficie plana lo cual se utilizará como referente a la norma técnica E.070.

Es así que se obtendrá una medida promedio de cada uno de las dimensiones por unidad, la diferencia entre la medida de fabricación y la medida promedio correspondiente se expresa en porcentaje, para ello se utilizará la siguiente expresión.

$$\text{VARIACIÓN}\% = \frac{\text{ME} - \text{MP}}{\text{ME}} * 100$$

Donde:

VARIACION % = Variación de la dimensión (Porcentaje)

ME = Medida especificada en la fabricación

MP = Medida promedio

**Resistencia a la compresión,** la Norma Técnica Peruana 399.611 mencionan a la resistencia en compresión como “una relación que existe entre la carga de rotura a compresión de un adoquín y su sección” p.7.

Gallegos y Casabonne (2005), mencionan que:

“La resistencia a la compresión viene hacer una propiedad fundamental, las altas estimaciones en la resistencia a la compresión demuestran que los propósitos estructurales y de exposición tienen una gran calidad. Las unidades con valores bajas que son utilizados en albañilería presentarán poca durabilidad y tendrán baja resistencia, pero se debe tener en cuenta que esta propiedad es muy difícil de

determinar ya que existe diferentes variedades de formas y medidas de las unidades, además se tiene en cuenta la altura ya que no permite relacionar de manera adecuada los resultados obtenidos mediante la prueba de compresión (p.111).

La resistencia a la compresión es un ensayo primordial lo cual se debe realizar a los adoquines ya que nos dará a conocer si es de buena calidad, mediante los resultados mayores que los establecidos por la norma, para ello se debe respetar las normas y trabajar según lo indican NTP 399.613 y NTP 339.604.

La NTP 399.61 en la siguiente tabla da a conocer cuál debe ser la resistencia a la compresión por el tipo de adoquín.

**Tabla 9. Espesor y resistencia a la compresión**

Tipo	Espesor nominal (mm)	Resistencia a la compresión, min. MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	
		Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I (peatonal) Tipo B,C y D *Todos los tipos	40	31 (320)	28 (290)
	60	31 (320)	28 (290)
II (Vehicular ligero)	60	41 (420)	37 (380)
	80	37 (380)	33 (340)
	100	35 (360)	32 (325)
III (Vehicular pesado, patios industriales o de contenedores)	≥ 80	55 (561)	50 (510)

Fuente: Norma Técnica Peruana 399.611

**Permeabilidad y Absorción de agua en adoquín**, para Vélez (2010), menciona que la permeabilidad del concreto da a conocer la medida de agua o las diferentes sustancias líquidas que pasan por las cavidades porosas de un material por un lapso de tiempo específico. (p. 173).

De acuerdo con Plazas y Gamba, que citan a la Universidad de Oviedo, la absorción se da primordialmente por la propagación de vapor de agua, lo cual esta propiedad es muy importante en estas unidades porosas, la absorción con una gran cantidad viene a afectar al material mediante la sequedad. Un sinfín de factores intervienen para que el agua sea absorbida por el material, por ello influye mucho la cantidad de poros que existe en la cara del material que da el origen del agua, es así que, a

gran cantidad de poros, aumentará más la absorción, además también depende del tamaño que sean los poros y finalmente la naturaleza de absorción que tengan los agregados, tanto como gruesos y finos que componen el adoquín. (2015, p.33).

La Norma Técnica Peruana 399.611, da a conocer las restricciones con respecto a la absorción que tienen que cumplir los adoquines.

**Tabla 10.** *Tipos y absorción del adoquín*

Tipo de adoquín	Absorción máx. (%)	
	Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I y II	6	7.5
III	5	7

Fuente: Norma Técnica Peruana 399.611

**Enfoque de investigación** Según Rodríguez Peñuelaz (2010), da a conocer lo siguiente:

“En método cuantitativo se utiliza el cuestionario, inventario y análisis demográfico, además se fundamenta en la recopilación de datos para probar las hipótesis planteadas, es así que producirán números para luego poder ser estudiados estadísticamente para comprobar, afirmar o contradecir las relaciones entre variables, también se señala que este enfoque es secuencial y probatorio” (p. 32).

El enfoque de investigación de acuerdo a la investigación planteada es **cuantitativo** ya que se está recolectando datos lo cual se verán cantidades numéricas para establecer o comprobar hipótesis, de tal manera que de un resultado para poder solucionar el problema.

### **III. METODOLOGÍA**

### 3.1. Tipo y diseño de investigación

#### Tipo de investigación

Chávez Richard (2007), da a conocer que “la investigación aplicada está básicamente planificado para abordar un problema en un breve periodo de tiempo. Coordinando para la planificación rápida a través de actividades sólidas para enfrentar el problema, por lo tanto, se coordina con la actividad inevitable y no con el avance de la hipótesis y sus resultados a través de ejercicios exactos para enfrentar el problema” (p. 143).

Esta investigación es de tipo **Aplicada**, ya que se busca encontrar información con lo cual se pueda aplicar y resolver los problemas planteados, además dar respuesta a preguntas específicas, ya que es un proceso descriptivo, conciso y tiene el propósito de incrementar conocimientos, relacionado a los la mejora de las propiedades mecánicas de los adoquines para tránsito pesado.

#### Diseño de investigación

Parella y Martin (2010), mencionan al diseño experimental “que es en el cual el científico controla una variable independiente bajo condiciones cuidadosamente controlada, su objetivo es representar cómo y cuál es la causas de que se produce o llegaría a producirse una anomalía”, p. 86.

El diseño aplicado en la presente investigación es **experimental**, de tipo **cuasiexperimental** debido que las variables aún no comprobadas van hacer sometidas a cambios para poder demostrar el modo y causa por el que se produce el fenómeno que en este caso es la mejora de las propiedades mecánicas del adoquín.

#### Nivel de investigación

Noriega Ramos (2003) cita al autor Vandelen y Meyer lo cual dan mencionan que el nivel de investigación descriptiva “comprende en conocer las circunstancias tradiciones y mentalidades predominantes de la representación precisa de los ejercicios, objetos, personas y procedimientos” (p. 30).

El nivel de investigación utilizado es **descriptivo** por que se verán tipos,

propiedades y cualidades de al momento de añadir ceniza de hoja de eucalipto y microsílíce para ver el comportamiento de las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto.

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **Variables**

Variable Independiente.

- Ceniza de hoja de eucalipto
- Aditivo Microsílíce con ceniza de hoja de eucalipto

Variable Dependiente

- Propiedades mecánicas del concreto en adoquines

#### **Operacionalización de variables**

La revista Dipósit Digital de la UB, ubica a la operacionalización de variables, en la fase primera de una investigación, ya que al igual que la delimitación del tema es un proceso que intervienen varias revisiones.

Por ello Nuñez (2007) menciona que las variables son todas aquellas que se van a estudiar, medir y controlar en la respectiva investigación, ya que asume diferentes valores, cuando se requiere hacer cuantitativo o cualitativo. (p. 167).

La importancia de la operacionalización es asociada a la validez de constructo, ya que, al realizarse la eficaz operacionalización, se viene a prevenir tanto la inclusión de medidas que no ayudan con información, en el ANEXO 3 se procedió a realizar la operacionalización de variables de esta investigación.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### Unidad de análisis

Los adoquines de concreto tipo III.

#### Población

Carrasco (2006), menciona lo siguiente:

“La población de una investigación es la compilación de objetos e individuos que es el principal para realizar la investigación, es así que el principal beneficiario de la investigación es la población estudiada, sin embargo debido a los grandes tamaños de poblaciones los investigadores recurren a las técnicas para realizar el muestreo” (p. 64).

La población de una investigación es el grupo general de individuos u objetos que es o son el principal motivo por la que se realiza una investigación.

Por ello en esta investigación la población son todos los adoquines tipo III de la ciudad de Lima.

#### Muestra

Para Hernández Sempertegui (2008), describe a la muestra “como el conjunto de individuos, hechos, comunidades, ocasiones en donde se recopilará la información sin que se considere fundamentalmente un universo o la población” (p. 562).

La muestra es la cantidad específica de personas, eventos, sucesos en donde se deben de recopilar los datos sin tener necesidad de estudiar a toda la población.

Por ello para esta investigación se ha estimado la muestra de 84 adoquines tipo III para tránsito pesado, tan cómo se detalle de la siguiente manera:

**Tabla 11.** Muestra de adoquines – Ensayo de Compresión

MUESTRA DE ADOQUINES								
Edad	BASE	CENIZA DE EUCALIPTO			CENIZA DE EUCALIPTO CON MICROSILICE			TOTAL
		12%	14%	16%	6%CE+2%M	8%CE+4%M	10%CE+6%M	
7 días	3	3	3	3	3	3	3	21
14 días	3	3	3	3	3	3	3	21
28 días	3	3	3	3	3	3	3	21
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>63</b>

Fuente: Elaboración Propia

En donde:

- CE = Ceniza de Eucalipto
- M = Microsílice

**Tabla 12.** *Muestra de adoquines – Ensayo de Absorción*

MUESTRA DE ADOQUINES								
Edad	BASE	CENIZA DE EUCALIPTO			CENIZA DE EUCALIPTO CON MICROSILICE			TOTAL
		12%	14%	16%	6%CE+2%M	8%CE+4%M	10%CE+6%M	
28 días	3	3	3	3	3	3	3	21

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 13.** *Cantidad de Muestras*

MUESTRA DE ADOQUINES								
ENSAYO	BASE	CENIZA DE EUCALIPTO			CENIZA DE EUCALIPTO CON MICROSILICE			TOTAL
		12%	14%	16%	6%CE+2%M	8%CE+4%M	10%CE+6%M	
COMPRESION	9	9	9	9	9	9	9	63
ABSORCION	3	3	3	3	3	3	3	21
ALABEO*	1	1	1	1	1	1	1	7
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>91</b>

Fuente: Elaboración propia

\* Para el ensayo de alabeo, se realizó con una unidad por cada porcentaje del total de las muestras, en este caso solo se utilizó 7 unidades.

### Muestreo

Según Cuesta (2009), menciona que el muestreo no probabilístico es una estrategia de muestreo en la que las pruebas se reúnen en un procedimiento que no brinda a todos los individuos de la población una oportunidad para ser elegido.

Para esta investigación, se requerirá de la utilización del muestreo no probabilístico debido a que los individuos en investigación se seleccionarán revisando la accesibilidad a la información, además será según el criterio del investigador.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnica de recolección de datos**

Para Arias (2006), menciona que una técnica para recoger datos es el modo o métodos particulares que son utilizados durante una investigación teniendo el fin de obtener información acertada respecto con los objetivos planteados, hay técnicas concretas e inusuales de una disciplina, ya complementan a la que la investigación (p. 376).

La técnica de recolección de datos viene hacer el conjunto de procesos utilizados en la ciencia e instrumento, ya que es un recurso indispensable que el investigador utiliza para conocer los detalles las anomalías y obtener información necesaria para llegar a los objetivos planteados.

- Observación directa, Pardinás (2005), menciona que es el proceso de mirar detenidamente las conductas de algunas cosas o condiciones manipuladas de acuerdo a elementos para realizar la observación. (p. 85).
- Análisis de contenido, esta técnica es utilizada para la revisión de manuales, normas, relacionado y aplicado en adoquines.
- Experimental, Varía de los métodos no experimentales y continúa a la disposición de condiciones extraordinarias que producen los eventos ideales en condiciones positivas observaciones científicas. El experimentador toma parte funcional en la generación del suceso.

#### **Instrumento de recolección de datos**

Para Arias (1999), "los instrumentos para recolectar información, es la forma empleada para almacenar y recoger información relevante en la investigación (p. 53).

Por ello en la presente investigación se realizarán ensayos para establecer y/o conseguir resultados, por lo cual se utilizarán lo siguiente:

- Ficha de Observación.
- Fichas de laboratorio, ver anexos N°5, 6 y 7.

- Ensayos (Compresión, absorción y alabeo).

**Tabla 14.** Ensayos

	<b>Ensayo</b>	<b>Instrumento</b>
<b>Ensayos</b>	Ensayos de compresión	Prensa hidráulica
	Ensayo absorción	Horno eléctrico graduado
	Ensayo de alabeo	Cuñas de acero graduadas

Fuente: Elaboración propia

### **Validez**

Para Carrasco (2015), la validez la información “comprende a la calificación del instrumento utilizado para la investigación, teniendo en cuenta la secuencia, veracidad, dominio y relación del contenido (variables, indicadores), de todo lo medible” (p.337).

Además, Hernández, Fernández y Bautista (2010), mencionan como validez “el nivel que realmente un instrumento llega a medir las variables es un conocimiento en donde puede tener distintos tipos de evidencias” (p. 2001).

Por ello la validez, nos da referencia al grado de exigencia que tiene un instrumento de medición cuando se evalúa una evidencia, es decir que cuanta mayor evidencia mayor validez tendrán los datos

Para validez de contenido se utilizará o siguiente:

- Formatos de recolección de datos.
- Ensayos: Compresión (NTP 399.611 – 2017), absorción (NTP 399.613 – 2017) y alabeo.
- Certificación de laboratorio.

## **Confiabilidad**

Según Briones (2005) da a conocer que “la confiabilidad alude al nivel de seguridad o certeza mediante el cual puede reconocer los resultados adquiridos por parte del investigador dependiendo de métodos, procedimientos y estudios los cuales se utilizan para llegar al objetivo de su estudio” (p. 59).

Además, Hernández y otros (2006), dan a conocer que “La confiabilidad es cuánto las estimaciones de un instrumento son precisas, estables y libres de errores” (p. 245).

La confiabilidad refiere al grado de confianza de los resultados obtenidos nos da a conocer si el instrumento a que se utiliza, nos permite recoger los datos y si es aplicado para una o varias veces, en donde se obtiene los mismos resultados. Por ello para la confiabilidad de esta investigación nos dará la certificación de calibración de máquinas a utilizar en los diferentes ensayos.

### **3.5. Procedimientos**

En la presente investigación se procedió a desarrollarse de la siguiente manera:

Primeramente, se procedió a desarrollar la parte teórica, tales como antecedentes, teorías relacionadas al tema, además del planteamiento de los problemas, objetivos e hipótesis.

Como bien se planteó la utilización de ceniza de hoja de eucalipto, se procedió a la obtención de este material indispensable, es así que se evaluaron los puntos de recolección de hojas de eucalipto, por ello se planteó recolectar las hojas de eucalipto ubicadas en la provincia de Chachapoyas, específicamente en la comunidad de Huancas, lo cual se realizó en distintos días, ya que se requería de gran cantidad aproximadamente. Luego de la recolección se procedió a llevar las hojas a un horno artesanal, lo cual el producto buscado finalmente es la ceniza, es así que después de días de quemado se consiguió lograr al objetivo que es la obtención de ceniza de hoja de eucalipto.

Después de la obtención del material primordial, se procedió llevarlos a laboratorio para poder iniciar la etapa de producción, tal como lo especifica la NTP 399.611 (2017) y NTP 399.613 (2017)



*Figura 5. Recolecta de Hoja de eucalipto*

Fuente: Elaboración propia



*Figura 6. Recolecta de Hoja de eucalipto*

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se aplicó la NTP 399.611 (2017) y NTP 399.613 (2017) al momento de realizar los ensayos, ya que en dicha norma nos menciona los parámetros establecidos para la rotura y absorción de los adoquines de concreto tipo III, para luego realizar el procesamiento de datos.

### 3.5.1. Proceso de elección de los materiales.

Se hizo la recolección de los materiales de la cantera carapongo, tales como los agregados fino y grueso, además de la compra del microsílíce y cemento para la elaboración, es por ello que los agregados antes de poder realizar el diseño pasaron por un análisis de calidad.

### 3.6. Método de análisis de datos

Para Moran y Alvarado (2010), mencionan que “los análisis de información se recopilan a través de la observación, encuestas u otros medios, los cuales se debe de analizar de manera minuciosa todos los resultados que se obtengan y así poder relacionar si dan una respuesta a las preguntas planteadas en la investigación y mediante esto verificar si las hipótesis planteadas fueron validas o no” (p. 56).

Además, para Tamayo y Tamayo (2007), mencionan que “ya obtenida la información necesaria utilizando los instrumentos planteados para este fin, seguidamente deben ser procesados o cuantificados para llegar a un tratamiento estadístico que ayudaran a concluir relacionando a las hipótesis que se han planteado”. En esta investigación se utiliza el método de observación e interpretación de datos, ya que se utiliza laboratorios para ejecutar distintos ensayos y así obtener muestras de las propiedades mecánicas del adoquín.

**Tabla 15.** *Método y análisis de datos*

N°	ENSAYO	TIEMPO	PROCEDIMIENTO
1	Ensayo de resistencia a la compresión	28 días	Para la realización de este ensayo se hará por periodos, a los 7 días, 14, días y 28 días, lo cual se realizará el ensayo a 7 diseños planteados, en los cuales veremos su resistencia con la ayuda de una prensa hidráulica, para ello se debe de cumplir con lo establecido en la NTP 399.611 – 2017.

2	Ensayo de absorción	28 días	<p>El ensayo se realiza con tres medios de adoquines, que deben tomarse tras secarse totalmente y partirse en mitades, sin que tengan ocasión de absorber agua por exposición prolongada al ambiente, por la lluvia, por salpicaduras o por alguna otra causa. Conviene hacer el ensayo en medios de adoquines procedentes de distintas muestras, se pesan por separado, luego sobre el fondo de la olla en la cual se va a realizar el ensayo, conviene colocar una rejilla con patas con el fin de que los medios de los adoquines se apoyen sobre ella y no está en contacto con el fondo sobrecalentado.</p>
3	Ensayo de alabeo	28 días	<p>Este ensayo se procede a colocar una regla metálica en cada una de las caras de adoquín, de tal forma que ésta vaya de una arista a otra opuesta diagonalmente. Luego se colocó una cuña graduada en la zona central y en los lados extremos, tal como se puede observar. Cuando fue necesario colocar la cuña en la zona central ya que el adoquín presentaba forma cóncava mientras que cuando a los extremos se tenía una luz entre la regla y la unidad.</p>

Fuente: Elaboración propia

Después de realizar los respectivos ensayos, se procederá a recopilar los datos importantes para poder realizar la respectiva comparación, además se verificará cual dosificación es la más óptima que ayudará a optimizar las propiedades

mecánicas de los adoquines de concreto, además se realizará la comparación según lo establecido la NTP 399.611 – 2017.

### **3.7. Aspectos éticos**

Según Acevedo (2002):

Los progresos científicos y tecnológicos por medio de las investigaciones que día a día aportan el conocimiento, procedimientos y avances en la modernos en diferentes rublos, conllevan un sinnúmero de beneficios para los estudiantes pero, por otra, a veces surgen de las investigaciones que se realizan en seres humanos en caso de la medicina y diversos dilemas éticos cuando se realiza una investigación es por ello, como producto, debe ser responsabilidad del autor de que todo en la investigación sea verídico, cumplimiento las normas, códigos o reglamentación en la investigación experimental. (p.218).

Por cuestiones éticas, la presente investigación se trató de realizar a detalle, respetando a los involucrados, se consideró el respeto a las normas, principios, guías y fichas de observación. La recopilación de información se ha desarrollado de forma autentica respetando la autoría de los distintos autores y las referencias mencionados en la presente, por lo tanto, queda libre de algún plagio además está sujeto a una revisión de legitimidad.

Además, se menciona que la autoría de toda la investigación se realizó

de manera responsable y tratando de resolver los problemas planteados, utilizando los conocimientos existentes posibles sirviendo como ayuda para un aporte social, cultural, académico y profesional, y así poder aplicarlos en futuros proyectos.

Por cuestiones de privacidad del investigador, no se mencionarán algunos de los colaboradores eficaces, que fueron de gran ayuda para la elaboración de esta investigación, además se hace de conocimiento que todos los documentos y solicitudes necesarias para resolver alguna inquietud de autoría de la investigación quedará marcada.

Indicado esto, la presente investigación se encuentra ampliamente los conocimientos para que investigadores futuros se interesen en el tema planteado y así puedan enriquecer sus conocimientos y futuras investigaciones.

## **IV. RESULTADOS**

#### 4.1. Ensayo de Compresión

Se realizó el ensayo de compresión siguiendo la Norma Técnica Peruana 399.613 (2017), además se utilizó, ISO7500-1 "Metallic materials verification os static uniaxial testing machines", o cual los resultados se detallan en los siguientes cuadros:

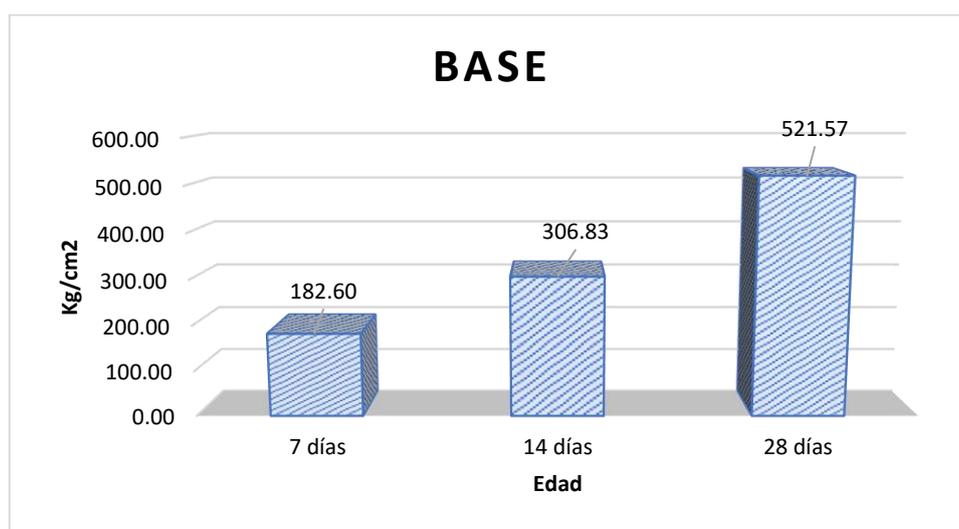
##### 4.1.1. Ensayo de compresión a muestra base o patrón

**Tabla 16.** *Ensayo de compresión a muestra base*

N° de Testigo	DENOMINACION	EDAD	MODULO DE ROTURA		PROMEDIO POR DÍAS
			(Mpa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )
1	M. Base	7 días	18.50	189.10	182.60
2			17.60	179.00	
3			17.60	179.70	
4		14 días	30.50	310.90	306.83
5			30.20	307.80	
6			29.60	301.80	
7		28 días	50.40	514.10	521.57
8			52.40	534.40	
9			50.60	516.20	

Fuente: Laboratorio Grupo M&V Ingenieros SAC

**Gráfico N° 1.** *Ensayo de compresión a muestra base*



Fuente: Elaboración propia

En el **gráfico N°1** se muestra el ensayo a compresión de la muestra base, realizado a los 7, 14 y 28 días respectivamente, en donde se realizó el ensayo a 3 probetas en los distintos días es así que se tabuló los promedios de cada día en donde a los 28 días tiene un promedio de  $f'c=521.57$  kg/cm<sup>2</sup>, según los diseños seguidos.

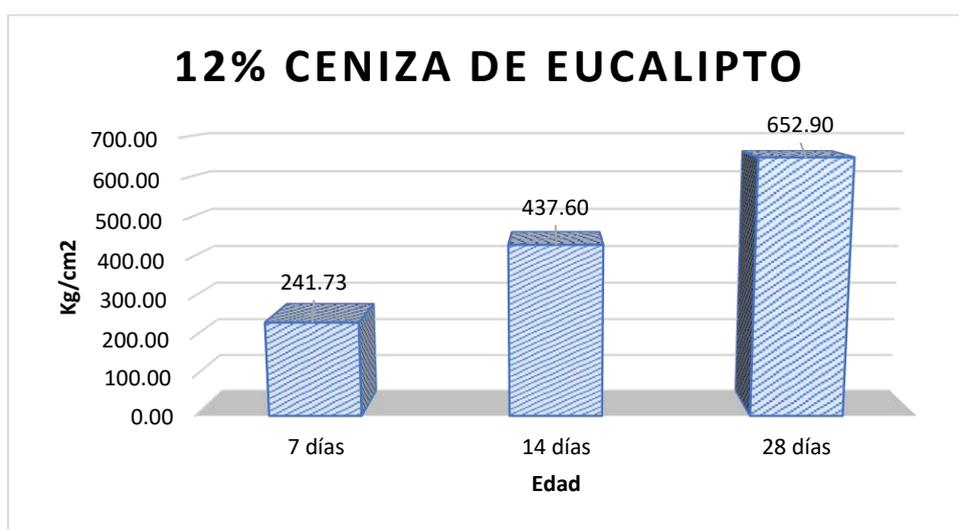
#### 4.1.2. Ensayo compresión añadiendo de ceniza de hoja de eucalipto

**Tabla 17.** Ensayo de compresión 12% de ceniza de hoja de eucalipto

N° de Testigo	DENOMINACION	EDAD	MODULO DE ROTURA		PROMEDIO POR DÍAS
			(Mpa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )
1	12% CENIZA DE EUCALIPTO	7 días	22.50	229.00	241.73
2			23.70	241.50	
3			25.00	254.70	
4		14 días	41.90	427.40	437.60
5			44.60	454.70	
6			42.20	430.70	
7		28 días	64.40	656.30	652.90
8			64.50	658.00	
9			63.20	644.40	

Fuente: Laboratorio Grupo M&V Ingenieros SAC

**Gráfico N° 2.** Ensayo de compresión 12% de ceniza de hoja de eucalipto



Fuente: Elaboración propia

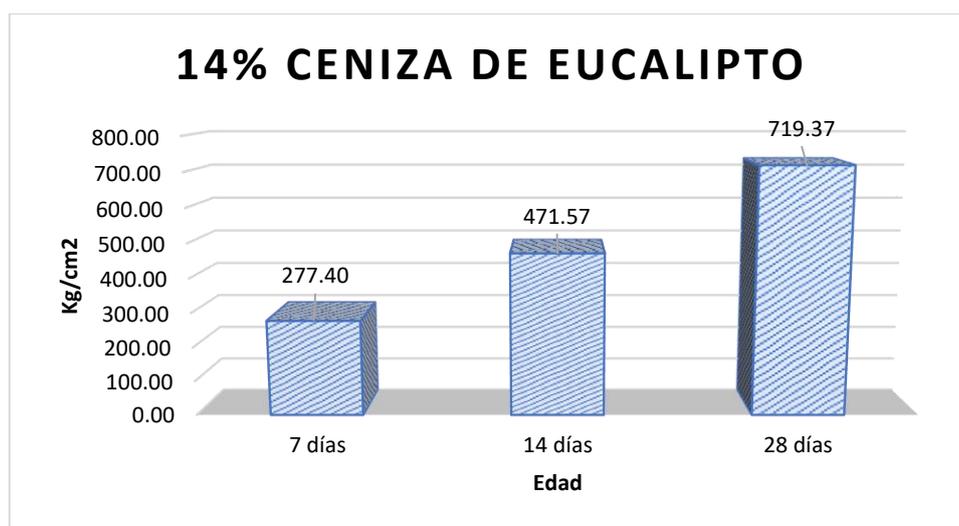
En el **gráfico N°2** se muestra el ensayo a compresión añadiendo 12% de ceniza de hoja de eucalipto, realizado a los 7, 14 y 28 días respectivamente, en donde se realizó el ensayo a 3 probetas en los distintos días es así que se tabuló los promedios de cada día, en donde añadiendo éste porcentaje a los 28 días tiene resistencia a compresión de  $f'c=652,90 \text{ kg/cm}^2$ , según los diseños seguidos.

**Tabla 18.** *Ensayo de compresión 14% de ceniza de hoja de eucalipto*

N° de Testigo	DENOMINACION	EDAD	MODULO DE ROTURA		PROMEDIO POR DÍAS
			(Mpa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )
1	14% CENIZA DE EUCALIPTO	7 días	27.10	276.60	277.40
2			27.60	281.40	
3			26.90	274.20	
4		14 días	46.00	468.70	471.57
5			46.30	471.80	
6			46.50	474.20	
7		28 días	71.10	725.50	719.37
8			70.00	713.80	
9			70.50	718.80	

Fuente: Laboratorio Grupo M&V Ingenieros SAC

**Gráfico N° 3.** *Ensayo de compresión 14% de ceniza de hoja de eucalipto*



Fuente: Elaboración propia

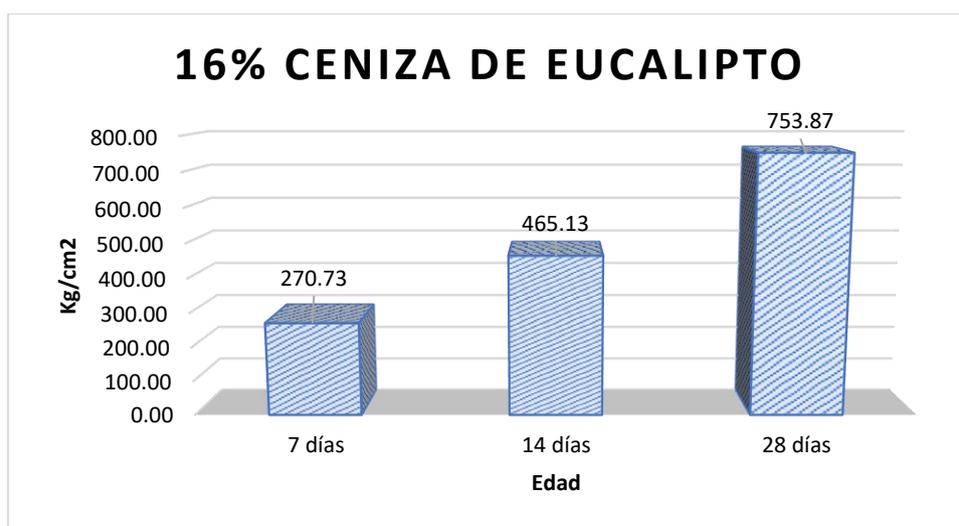
En el **gráfico N°3** se muestra el ensayo a compresión añadiendo 14% de ceniza de hoja de eucalipto, realizado a los 7, 14 y 28 días respectivamente, en donde se realizó el ensayo a 3 probetas en los distintos días es así que se tabuló los promedios de cada día, en donde añadiendo éste porcentaje a los 28 días tiene resistencia a compresión de  $f'c=719.37\text{kg/cm}^2$ , según los diseños seguidos.

**Tabla 19.** *Ensayo de compresión 16% de ceniza de hoja de eucalipto*

N° de Testigo	DENOMINACION	EDAD	MODULO DE ROTURA		PROMEDIO POR DÍAS
			(Mpa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )
1	16% CENIZA DE EUCALIPTO	7 días	27.20	277.30	270.73
2			26.90	274.30	
3			25.60	260.60	
4		14 días	45.50	464.10	465.13
5			45.60	464.90	
6			45.70	466.40	
7		28 días	73.90	753.80	753.87
8			73.70	751.00	
9			74.20	756.80	

Fuente: Laboratorio Grupo M&V Ingenieros SAC

**Gráfico N° 4.** *Ensayo de compresión 16% de ceniza de hoja de eucalipto*



Fuente: Elaboración propia

En el **gráfico N°4** se muestra el ensayo a compresión añadiendo 16% de ceniza de hoja de eucalipto, realizado a los 7, 14 y 28 días respectivamente, en donde se realizó el ensayo a 3 probetas en los distintos días es así que se tabuló los promedios de cada día, en donde añadiendo éste porcentaje a los 28 días tiene resistencia a compresión de  $f'c=753.87 \text{ kg/cm}^2$ , según los diseños seguidos.

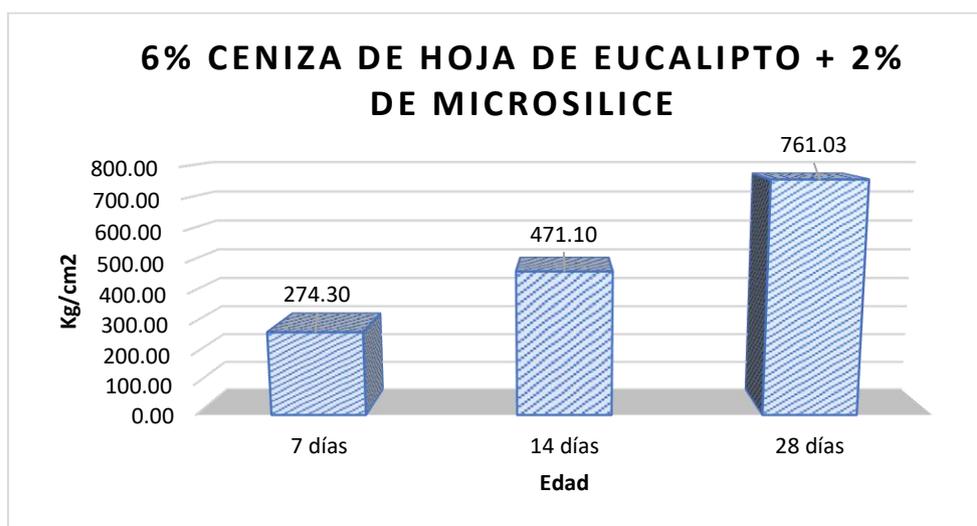
#### 4.1.3. Ensayo compresión añadiendo ceniza de hoja de eucalipto y de microsílíce.

**Tabla 20.** Ensayo de compresión 6% ceniza de hoja de eucalipto con 2% microsílíce

N° de Testigo	DENOMINACION	EDAD	MODULO DE ROTURA		PROMEDIO POR DÍAS
			(Mpa)	(kg/cm2)	(kg/cm2)
1	6% CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO + 2% DE MICROSILICE	7 días	26.50	270.00	274.30
2			26.50	270.10	
3			27.70	282.80	
4		14 días	45.80	467.20	471.10
5			46.60	475.00	
6			46.20	471.10	
7		28 días	74.30	757.80	761.03
8			74.80	763.20	
9			74.70	762.10	

Fuente: Laboratorio Grupo M&V Ingenieros SAC

**Gráfico N° 5.** Ensayo de compresión 6% ceniza de hoja de eucalipto con 2% de microsílíce



Fuente: Elaboración propia

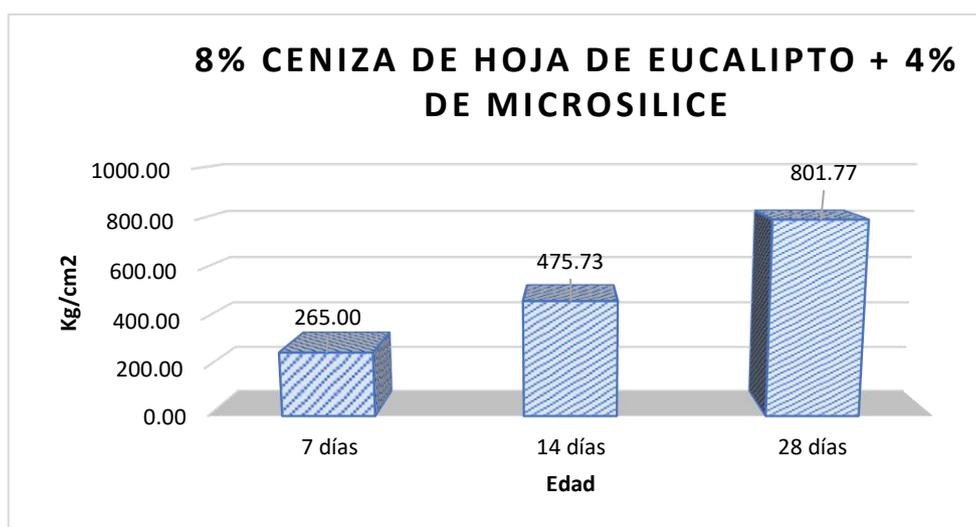
En el **gráfico N°5** se muestra el ensayo a compresión añadiendo 6% de ceniza de hoja de eucalipto con 2% de microsíllice, lo cual se realizó el ensayo a los 7, 14 y 28 días, para ello se empleó 3 probetas en cada distinto día en donde los resultados obtenidos se promediaron y tabularon, es así que añadiendo estos porcentajes a los 28 días su resistencia a compresión llega a  $f'c=761.03$  kg/cm<sup>2</sup>, según los diseños seguidos.

**Tabla 21.** *Ensayo de compresión 8% ceniza de hoja de eucalipto con 4% microsíllice*

° de Testigo	DENOMINACION	EDAD	MODULO DE ROTURA		PROMEDIO POR DÍAS
			(Mpa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )
1	<b>8% CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO + 4% DE MICROSILICE</b>	7 días	26.50	270.30	<b>265.00</b>
2			25.80	262.80	
3			25.70	261.90	
4		14 días	46.10	470.30	<b>475.73</b>
5			46.90	478.00	
6			47.00	478.90	
7		28 días	78.40	799.30	<b>801.77</b>
8			78.60	801.30	
9			78.90	804.70	

Fuente: Laboratorio Grupo M&V Ingenieros SAC

**Gráfico N° 6.** *Ensayo e compresión 8% ceniza de hoja de eucalipto con 4% microsíllice*



Fuente: Elaboración propia

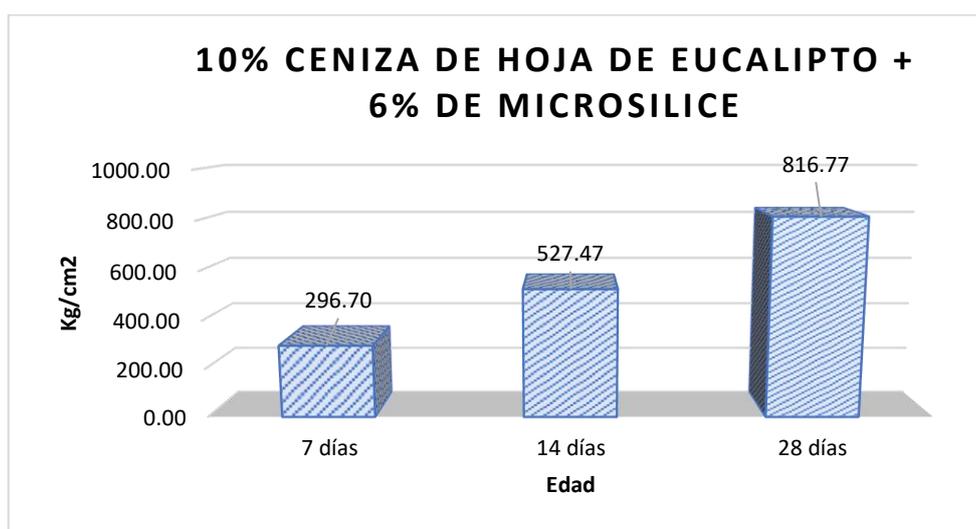
En el **gráfico N°6** se muestra el ensayo a compresión añadiendo 8% de ceniza de hoja de eucalipto con 4% de microsílíce, lo cual se realizó el ensayo a los 7, 14 y 28 días, para ello se empleó 3 probetas en cada distinto día en donde los resultados obtenidos se promediaron y tabularon, es así que añadiendo estos porcentajes a los 28 días su resistencia a compresión llega a  $f'c=801.77$  kg/cm<sup>2</sup>, según los diseños seguidos.

**Tabla 22.** Ensayo de compresión 10% ceniza de hoja de eucalipto con 6% microsílíce

N° de Testigo	DENOMINACION	EDAD	MODULO DE ROTURA		PROMEDIO POR DÍAS
			(Mpa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )
1	10% CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO + 6% DE MICROSILICE	7 días	29.60	301.80	296.70
2			29.10	297.20	
3			28.50	291.10	
4		14 días	52.10	531.30	527.47
5			51.70	527.10	
6			51.40	524.00	
7		28 días	80.20	818.10	816.77
8			80.20	817.80	
9			79.90	814.40	

Fuente: Laboratorio Grupo M&V Ingenieros SAC

**Gráfico N° 7.** Ensayo de compresión 10% ceniza de hoja de eucalipto con 6% microsílíce



Fuente: Elaboración propia

En el **gráfico N°7** se muestra el ensayo a compresión añadiendo 10% de ceniza de hoja de eucalipto con 6% de microsílíce, lo cual se realizó el ensayo a los 7, 14 y 28 días, para ello se empleó 3 probetas en cada distinto día en donde los resultados obtenidos se promediaron y tabularon, es así que añadiendo éste porcentaje a los 28 días su resistencia a compresión llega a  $f'c=816.77$  kg/cm<sup>2</sup>, según los diseños seguidos.

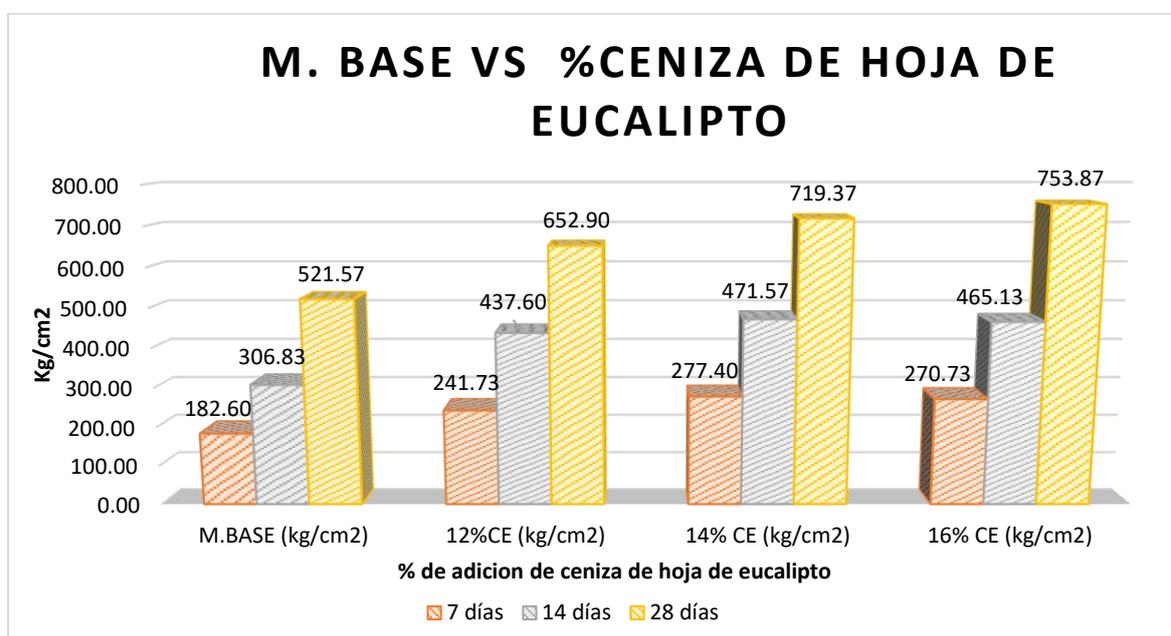
#### 4.1.4. Ensayo de compresión Muestra base vs ceniza de hoja de eucalipto

**Tabla 23.** Ensayo de compresión muestra base vs ceniza de hoja de eucalipto

EDAD	M.BASE (kg/cm <sup>2</sup> )	12%CE (kg/cm <sup>2</sup> )	14% CE (kg/cm <sup>2</sup> )	16% CE (kg/cm <sup>2</sup> )
7 días	182.60	241.73	277.40	270.73
14 días	306.83	437.60	471.57	465.13
28 días	521.57	652.90	719.37	753.87

Fuente: Laboratorio Grupo M&V Ingenieros SAC

**Gráfico N° 8.** Ensayo de compresión muestra base VS ceniza de hoja de eucalipto



Fuente: Elaboración Propia

En el **gráfico N°8** se muestra la comparación del ensayo de compresión entre la muestra base vs la adición de porcentajes de ceniza de hoja de eucalipto, lo cual

se realizaron a los 7, 14 y 28 días, es así que al añadir un 16% de ceniza de hoja de eucalipto a los 28 días su resistencia a compresión llega a  $f'c=753.87 \text{ kg/cm}^2$ , siendo la resistencia más alta entre todos los porcentajes mostrados, según los diseños seguidos.

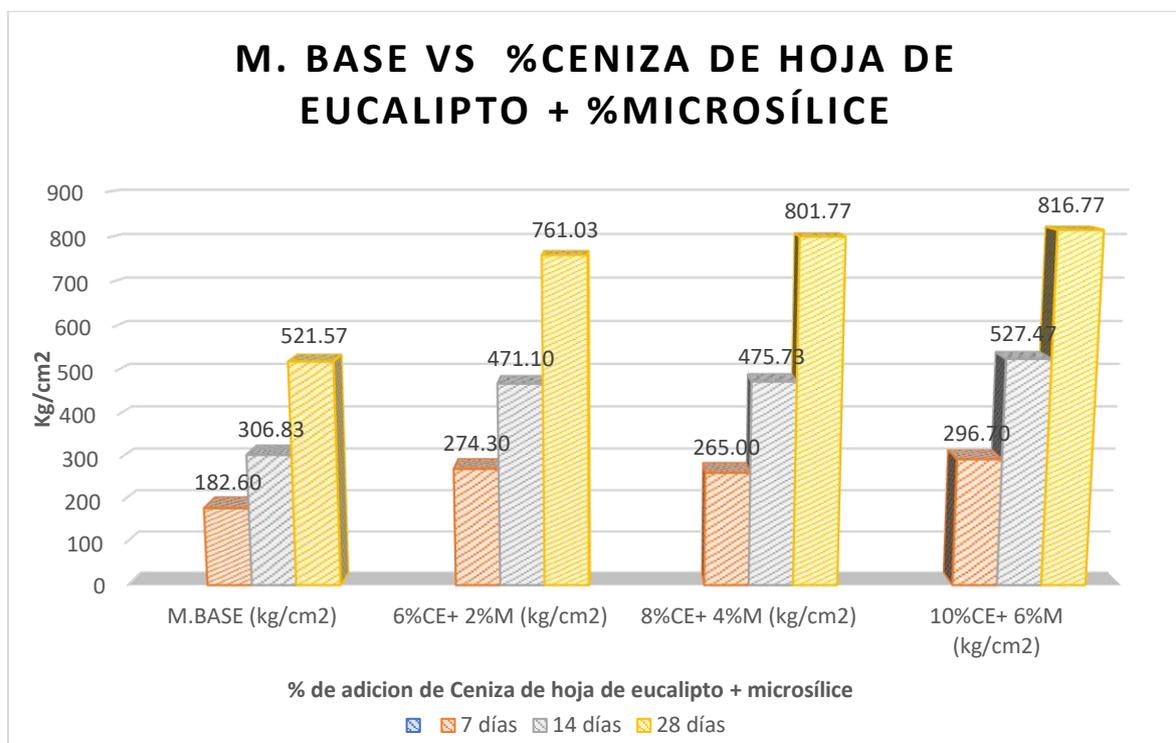
#### 4.1.5. Ensayo de compresión Muestra base vs ceniza de hoja de eucalipto con microsílíce

**Tabla 24.** Ensayo de compresión muestra base vs ceniza de hoja de eucalipto con microsílíce

EDAD	M.BASE (kg/cm <sup>2</sup> )	6%CE+ 2%M (kg/cm <sup>2</sup> )	8%CE+ 4%M (kg/cm <sup>2</sup> )	10%CE+ 6%M (kg/cm <sup>2</sup> )
7 días	182.60	274.30	265.00	296.70
14 días	306.83	471.10	475.73	527.47
28 días	521.57	761.03	801.77	816.77

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico N° 9.** Ensayo de compresión muestra base vs ceniza de hoja de eucalipto con microsílíce



Fuente: Elaboración propia

En el **gráfico N°9** se muestra la comparación del ensayo de compresión entre la muestra base vs la adición de porcentajes de ceniza de hoja de eucalipto con microsílíce, lo cual se realizaron a los 7, 14 y 28 días, es así que al añadir un 10% de ceniza de hoja de eucalipto y 6% de microsílíce a los 28 días su resistencia a compresión llega a  $f'c=816.77$  kg/cm<sup>2</sup>, siendo la resistencia más alta entre todos los porcentajes mostrados, según los diseños seguidos.

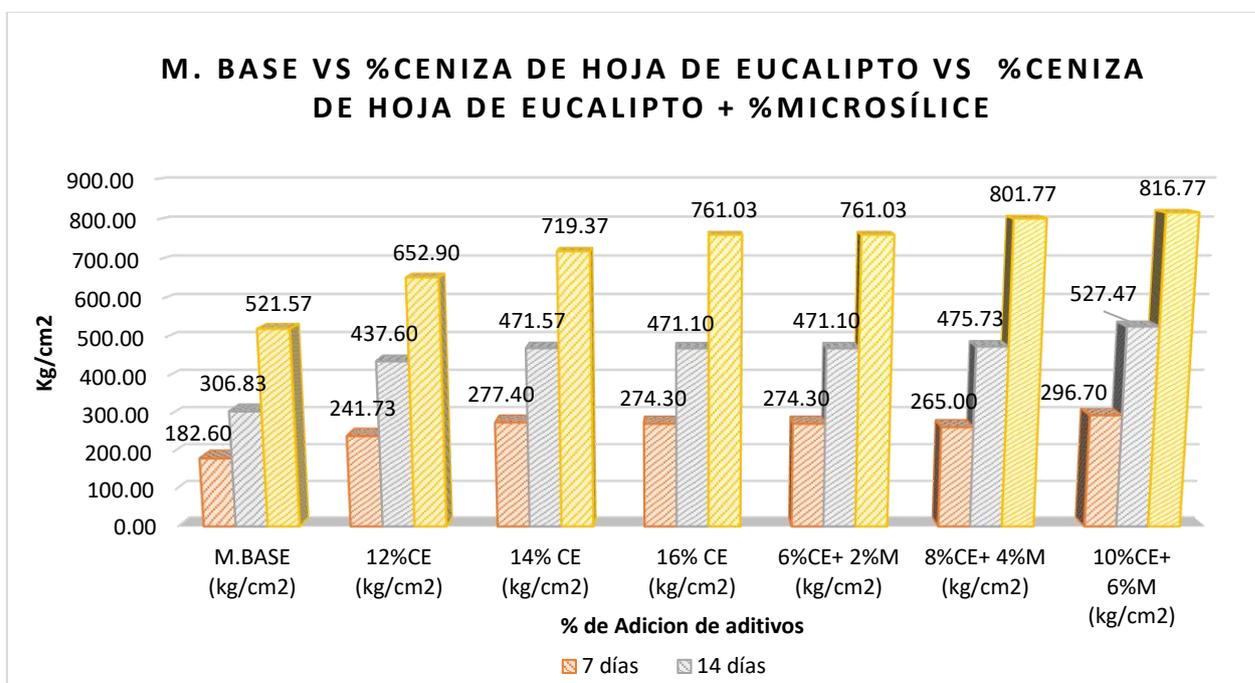
#### 4.1.6. Resumen de ensayo de compresión

**Tabla 25.** Resumen de Ensayo de compresión de todas las muestras

EDAD	M.BASE (kg/cm <sup>2</sup> )	12%CE (kg/cm <sup>2</sup> )	14% CE (kg/cm <sup>2</sup> )	16% CE (kg/cm <sup>2</sup> )	6%CE+ 2%M (kg/cm <sup>2</sup> )	8%CE+ 4%M (kg/cm <sup>2</sup> )	10%CE+ 6%M (kg/cm <sup>2</sup> )
7 días	182.60	241.73	277.40	274.30	274.30	265.00	296.70
14 días	306.83	437.60	471.57	471.10	471.10	475.73	527.47
28 días	521.57	652.90	719.37	761.03	761.03	801.77	816.77

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico N° 10.** Resumen de ensayo de compresión



Fuente: Elaboración propia

En el **gráfico N°10** se muestra un resumen y comparación del ensayo de compresión entre la muestra base vs la adición de porcentajes de ceniza de hoja de eucalipto y porcentajes de hoja de eucalipto con microsílíce, lo cual se realizaron a los 7, 14 y 28 días, en donde se puede evidenciar que la adición de 10% de ceniza de hoja de eucalipto con 6% de microsílíce a 28 días su resistencia a compresión llega a  $f'c=826.77 \text{ kg/cm}^2$ , siendo la resistencia más alta entre todos los porcentajes mostrados, según los diseños seguidos.

## 4.2. Ensayo de Absorción

Se realizó el ensayo de absorción siguiendo la Norma Técnica Peruana 399.613:2017, cual se detalla en los siguientes cuadros:

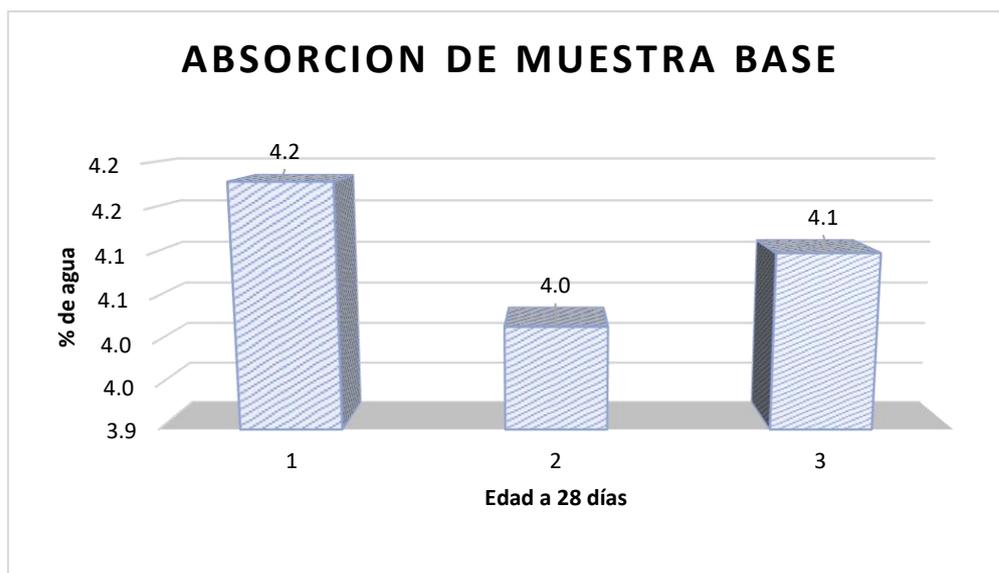
### 4.2.1. Ensayo de absorción a muestra base

**Tabla 26.** Ensayo de absorción muestra base

N°	INDICADORES	EDAD (días)	Peso Seco (gr)	Peso Saturado (gr)	Contenido de agua (%)	Promedio de agua (%)
1	M. Base	28 días	3875.2	4037.2	4.2	4.1
2			3881.6	4037.6	4.0	
3			3873.8	4032.7	4.1	

Fuente: Laboratorio Grupo M&V Ingenieros SAC

**Gráfico N° 11.** Ensayo de absorción a muestra base



Fuente: Elaboración propia

En el **gráfico N°11** se muestra el ensayo de absorción realizado a la muestra base, respectivamente a los 28 días, es así que se realizó el ensayo a 3 probetas para luego ser tabulados, en donde la segunda muestra tuvo el menor porcentaje de absorción de agua que es de 4%, según los diseños seguidos.

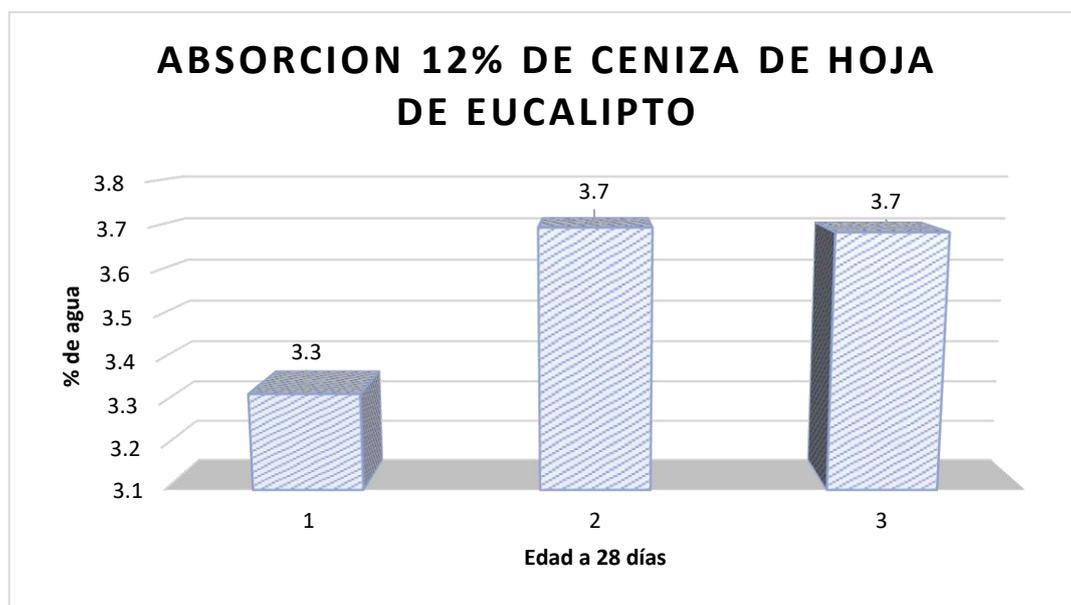
#### 4.2.2. Ensayo de absorción a ceniza de hoja de eucalipto

**Tabla 27.** Ensayo de absorción con 12% de ceniza de hoja de eucalipto

N°	INDICADORES	EDAD (días)	Peso Seco(gr)	Peso Saturado (gr)	Contenido de agua (%)	Promedio de agua (%)
1	12% CENIZA DE EUCALIPTO	28 días	3850.0	3978.0	3.3	3.6
2			3821.0	3962.4	3.7	
3			3845.5	3987.4	3.7	

Fuente: Laboratorio Grupo M&V Ingenieros SAC

**Gráfico N° 12.** Ensayo de absorción con 12% de ceniza de hoja de eucalipto



Fuente: Elaboración propia

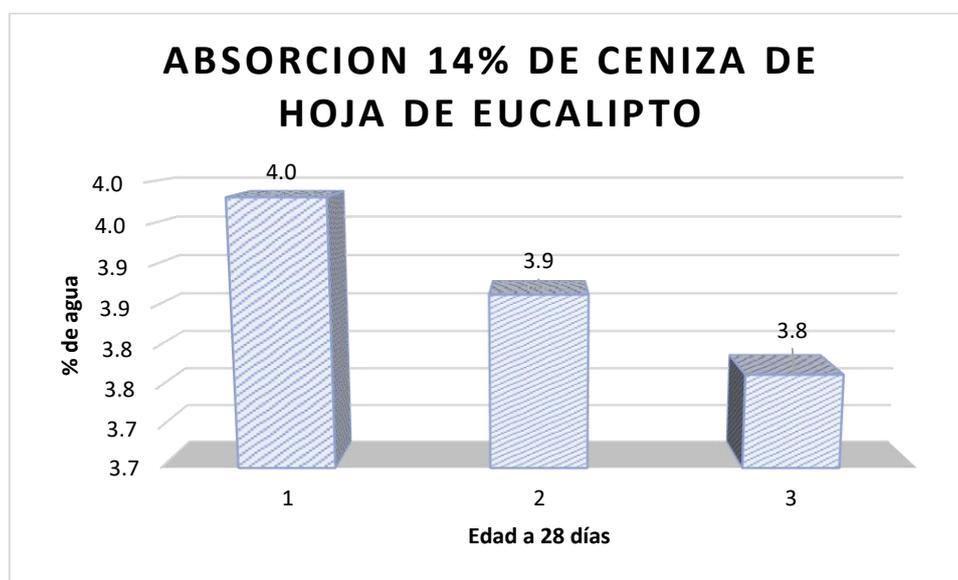
En el **gráfico N°12** se muestra el ensayo de absorción realizado a la adición del 12% de ceniza de hoja de eucalipto, respectivamente a los 28 días, es así que se realizó el ensayo a 3 probetas para luego ser tabulados, en donde la primera muestra tuvo el menor porcentaje de absorción de agua que es de 3.3%, según los diseños seguidos.

**Tabla 28.** *Ensayo de absorción con 14% de ceniza de hoja de eucalipto*

N°	INDICADORES	EDAD (días)	Peso Seco(gr)	Peso Saturado (gr)	Contenido de agua (%)	Promedio de agua (%)
1	14% CENIZA DE EUCALIPTO	28 días	3831.6	3984.2	4.0	3.9
2			3859.2	4008.4	3.9	
3			3811.4	3955.0	3.8	

Fuente: Laboratorio Grupo M&V Ingenieros SAC

**Gráfico N° 13.** *Ensayo de absorción con 14% de ceniza de hoja de eucalipto*



Fuente: Elaboración propia

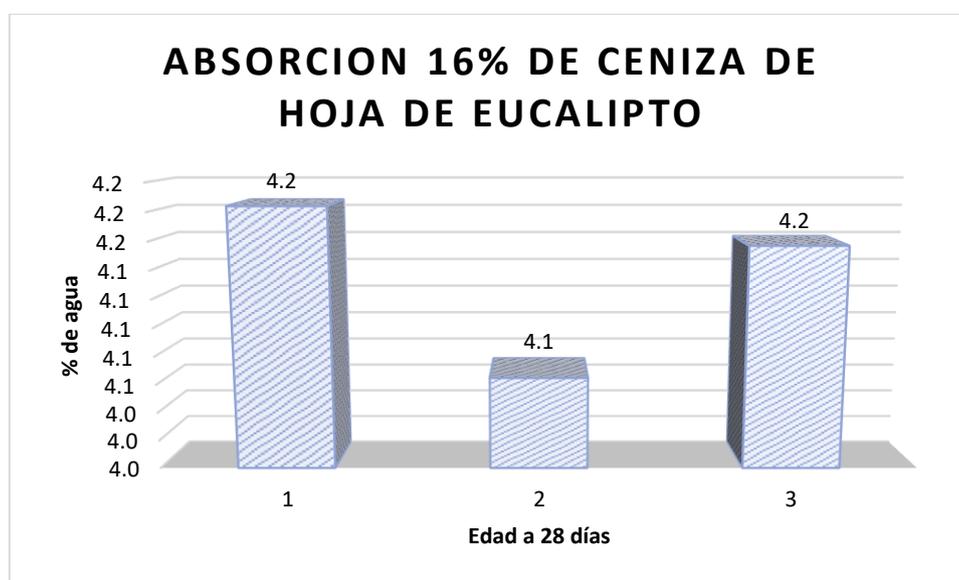
En el **gráfico N°13** se muestra el ensayo de absorción realizado a la adición del 14% de ceniza de hoja de eucalipto, respectivamente a los 28 días, es así que se realizó el ensayo a 3 probetas para luego ser tabulados, en donde la tercera muestra tuvo el menor porcentaje de absorción de agua que es de 3.8%, según los diseños seguidos.

**Tabla 29.** *Ensayo de absorción a 16% de ceniza de hoja de eucalipto*

N°	INDICADORES	EDAD (días)	Peso Seco(gr)	Peso Saturado (gr)	Contenido de agua (%)	Promedio de agua (%)
1	16% CENIZA DE EUCALIPTO	28 días	3847.9	4008.9	4.2	4.1
2			3864.8	4021.9	4.1	
3			3870.5	4031.4	4.2	

Fuente: Laboratorio Grupo M&V Ingenieros SAC

**Gráfico N° 14.** *Ensayo de absorción con 16% de ceniza de hoja de eucalipto*



Fuente: Elaboración propia

En el **gráfico N°14** se muestra el ensayo de absorción realizado a la adición del 16% de ceniza de hoja de eucalipto, respectivamente a los 28 días, es así que se realizó el ensayo a 3 probetas para luego ser tabulados, en donde la segunda muestra tuvo el menor porcentaje de absorción de agua que es de 4.1%, según los diseños seguidos.

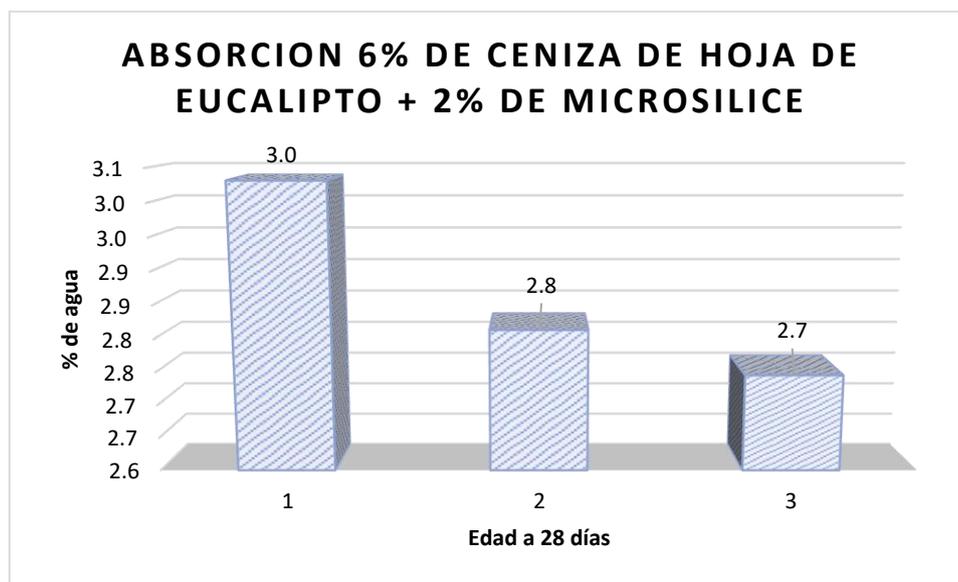
#### 4.2.3. Ensayo de absorción a ceniza de hoja de eucalipto con microsílíce

**Tabla 30.** Ensayo de absorción a 6% de ceniza de hoja de eucalipto con 2% de microsílíce

N°	INDICADORES	EDAD (días)	Peso Seco(gr)	Peso Saturado (gr)	Contenido de agua (%)	Promedio de agua (%)
1	6% CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO + 2% DE MICROSILICE	28 días	3901.5	4019.8	3.0	2.9
2			3895.4	4005.0	2.8	
3			3904.6	4011.8	2.7	

Fuente: Laboratorio Grupo M&V Ingenieros SAC

**Gráfico N° 15.** Ensayo de absorción a 6% ceniza de hoja de eucalipto con 2% de microsílíce



Fuente: Elaboración propia

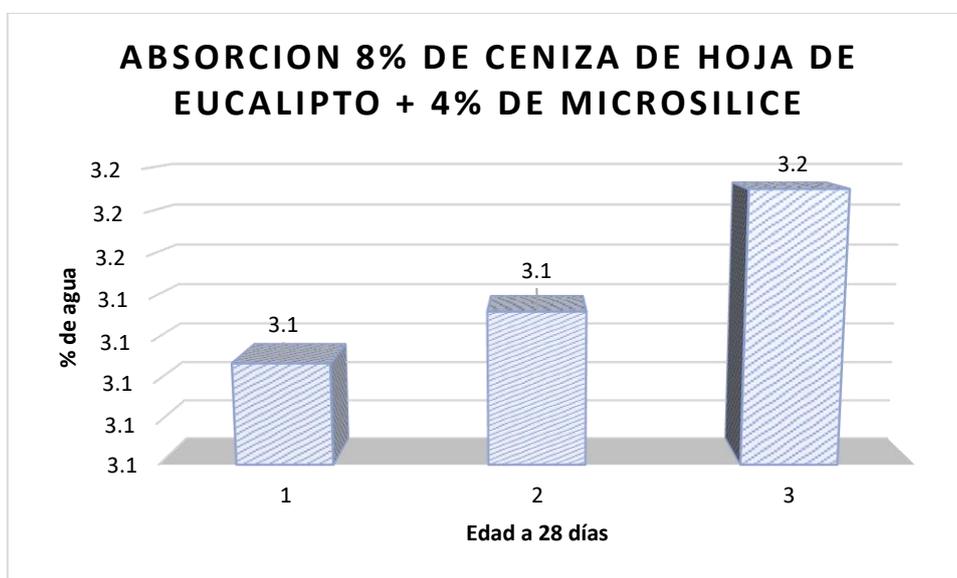
En el **gráfico N°15** se muestra el ensayo de absorción realizado a la adición del 6% de ceniza de hoja de eucalipto con 2% de microsílíce, respectivamente a los 28 días, es así que se realizó el ensayo a 3 probetas para luego ser tabulados, en donde la tercera muestra tuvo el menor porcentaje de absorción de agua que es de 2.7%, según los diseños seguidos.

**Tabla 31.** *Ensayo de absorción a 8% de ceniza de hoja de eucalipto con 4% de microsíllice*

N°	INDICADORES	EDAD (días)	Peso Seco(gr)	Peso Saturado (gr)	Contenido de agua (%)	Promedio de agua (%)
1	8% CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO + 4% DE MICROSILICE	28 días	3894.7	4015.8	3.1	3.1
2			3899.2	4021.4	3.1	
3			3901.7	4026.2	3.2	

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico N° 16.** *Ensayo de absorción a 8% de ceniza de hoja de eucalipto y 4% de microsíllice*



Fuente: Elaboración propia

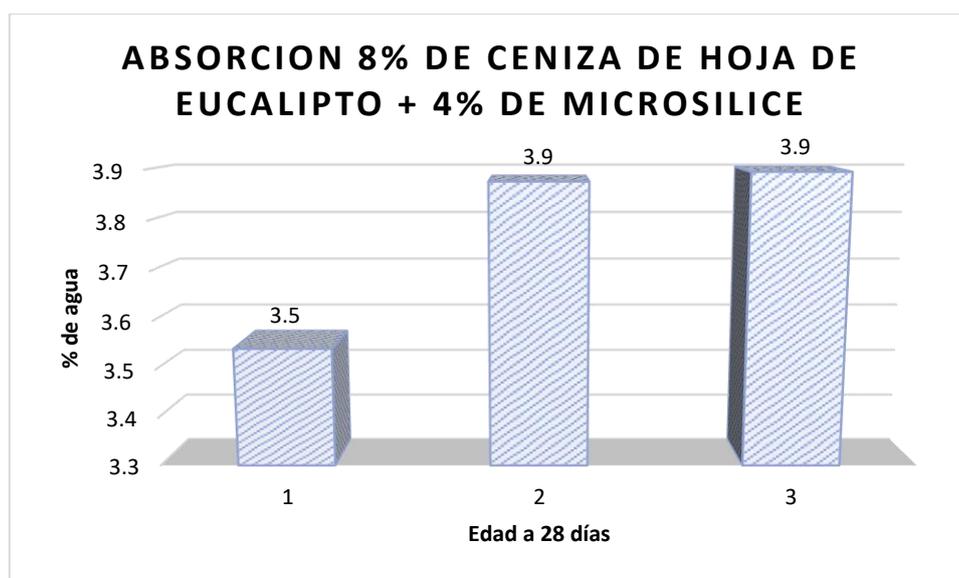
En el **gráfico N°16** se muestra el ensayo de absorción realizado a la adición del 8% de ceniza de hoja de eucalipto con 4% de microsíllice, respectivamente a los 28 días, es así que se realizó el ensayo a 3 probetas para luego ser tabulados, en donde la primera muestra tuvo el menor porcentaje de absorción de agua que es de 3.1%, según los diseños seguidos.

**Tabla 32.** *Ensayo de absorción a 10% de ceniza de hoja de eucalipto con 6% de microsíllice*

N°	INDICADORES	EDAD (días)	Peso Seco(gr)	Peso Saturado (gr)	Contenido de agua (%)	Promedio de agua (%)
1	10% CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO + 6% DE MICROSILICE	28 días	3906.8	4045.2	3.5	3.8
2			3902.5	4053.8	3.9	
3			3896.4	4048.2	3.9	

Fuente: Laboratorio Grupo M&V Ingenieros SAC

**Gráfico N° 17.** *Ensayo de absorción a 10% de ceniza de hoja de eucalipto con 6% de microsíllice*



Fuente: Elaboración propia

En el **gráfico N°17** se muestra el ensayo de absorción realizado a la adición del 10% de ceniza de hoja de eucalipto con 6% de microsíllice, respectivamente a los 28 días, es así que se realizó el ensayo a 3 probetas para luego ser tabulados, en donde la primera muestra tuvo el menor porcentaje de absorción de agua que es de 3.5%, según los diseños seguidos.

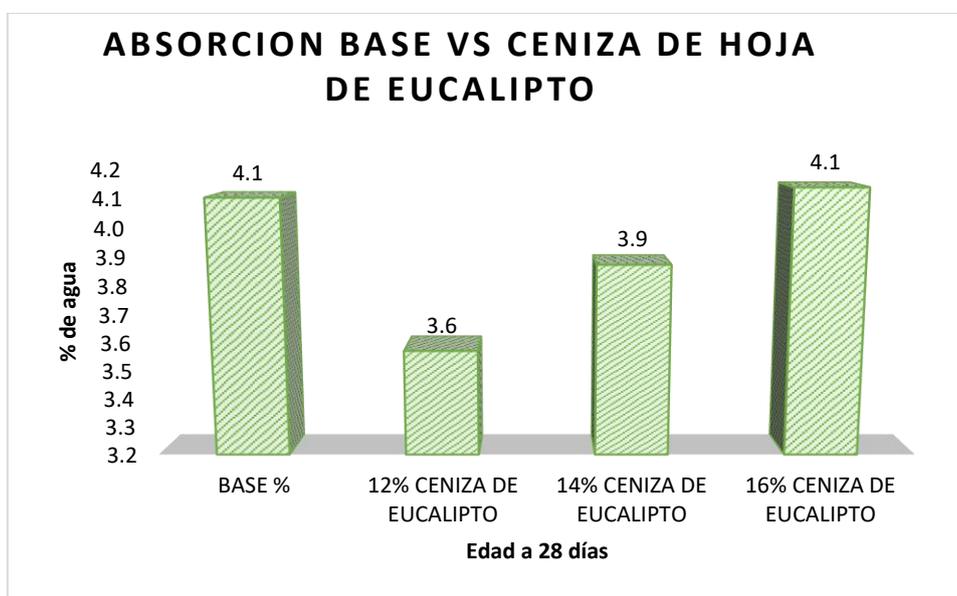
#### 4.2.4. Ensayo de absorción a muestra base vs ceniza de hoja de eucalipto

**Tabla 33.** Ensayo de absorción a muestra base vs ceniza de hoja de eucalipto

EDAD	BASE %	12% CENIZA DE EUCALIPTO	14% CENIZA DE EUCALIPTO	16% CENIZA DE EUCALIPTO
28 días	4.1	3.6	3.9	4.1

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico N° 18.** Comparación del ensayo de absorción entre muestra base VS ceniza de hoja de eucalipto



Fuente: Elaboración propia

En el **gráfico N°18** se muestra una comparación del ensayo de absorción entre la muestra base VS porcentajes añadidos de ceniza de hoja de eucalipto, realizado a los 28 días, es así que se realizó el ensayo a 3 probetas y luego se determinó su promedio para luego ser tabulados, en donde la adición del 12% de ceniza de hoja de eucalipto es la que tiene el menor porcentaje de absorción de agua que es de 3.6%, según los diseños seguidos.

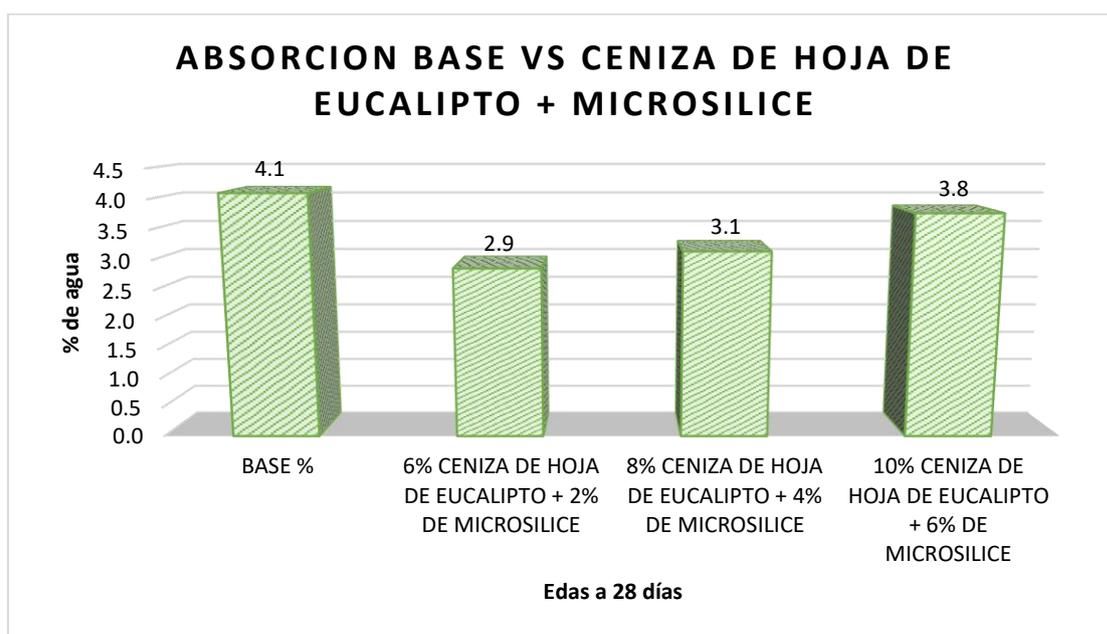
**4.2.5. Ensayo de absorción a muestra base vs ceniza de hoja de eucalipto con microsílíce**

**Tabla 34.** Ensayo de absorción a m. base vs ceniza de hoja de eucalipto con microsílíce

EDAD	BASE %	6% CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO + 2% DE MICROSILICE	8% CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO + 4% DE MICROSILICE	10% CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO + 6% DE MICROSILICE
28 días	4.1	2.9	3.1	3.8

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico N° 19.** Comparación del ensayo de absorción entre muestra base VS ceniza de hoja de eucalipto con microsílíce



Fuente: Elaboración propia

En el **gráfico N°19** se muestra una comparación del ensayo de absorción entre la muestra base VS porcentajes añadidos de ceniza de hoja de eucalipto con microsílíce, realizado a los 28 días, es así que se realizó el ensayo a 3 probetas y luego se determinó su promedio para luego ser tabulados, en donde la adición del 6% de ceniza de hoja de eucalipto con 2% de microsílíce es la que tiene el menor porcentaje de absorción de agua que es de 2.9%, según los diseños seguidos.

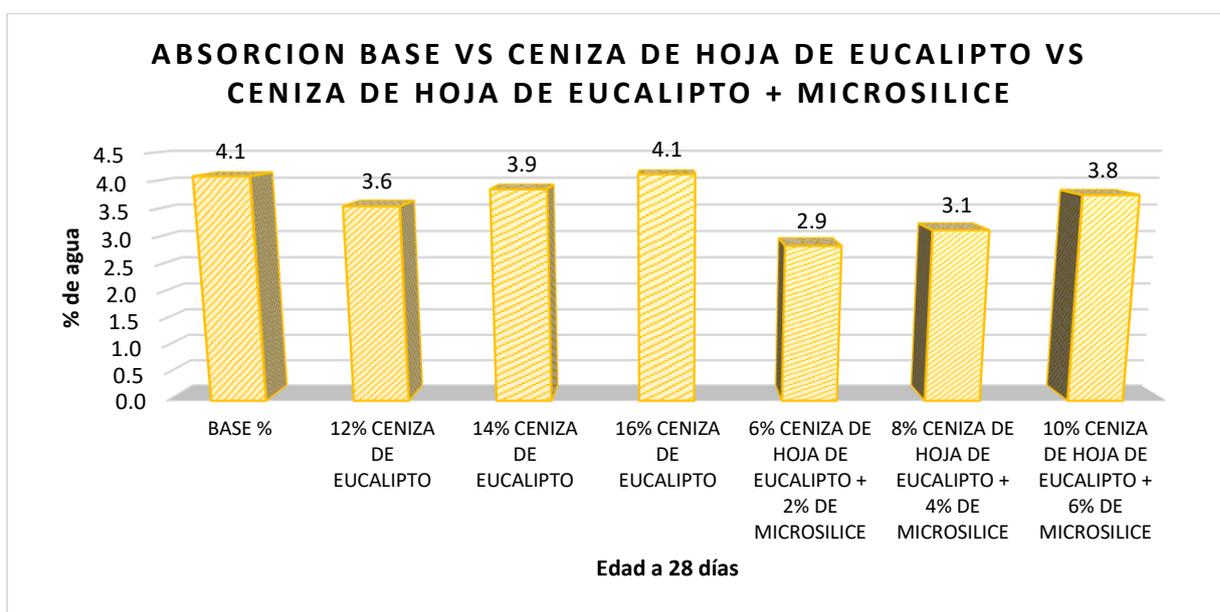
#### 4.2.6. Resumen de ensayo de absorción

**Tabla 35.** Resumen de ensayo de absorción

EDAD	BASE %	12% CENIZA DE EUCALIPTO	14% CENIZA DE EUCALIPTO	16% CENIZA DE EUCALIPTO	6% CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO + 2% DE MICROSILICE	8% CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO + 4% DE MICROSILICE	10% CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO + 6% DE MICROSILICE
28 días	4.1	3.6	3.9	4.1	2.9	3.1	3.8

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico N° 20.** Resumen de ensayo de absorción



Fuente: Elaboración propia

En el **gráfico N°20** se muestra un resumen general, de todos los diseños planteados tales como la muestra base, la adición de porcentajes de ceniza de hoja de eucalipto y porcentajes de ceniza de hoja de eucalipto con microsíllice, realizado a los 28 días, es así que se realizó el ensayo a 3 probetas y luego se determinó su promedio para luego ser tabulados, en donde la adición del 6% de ceniza de hoja de eucalipto con 2% de microsíllice es la que tiene el menor porcentaje de absorción de agua que es de 2.9%, según los diseños seguidos.

### 4.3. Ensayo de Alabeo

**Tabla 36.** Resumen de ensayo de alabeo

ENSAYO DE ALABEO							
N° DE TESTIGO	DENOMINACIÓN		CÓNCAVO		CONVEXO		OBS
			L1(mm)	L2(mm)	Esq 1(mm)	Esq2(mm)	
1	M. Base	CARA 1	1.4	1.7	1.9	2	
2		CARA 2	2.1	1.9	2.2	1.9	
3	12% CENIZA DE EUCALIPTO	CARA 1	2	1.5	2	1.4	
4		CARA 2	1	1.5	2.4	2.6	
5	14% CENIZA DE EUCALIPTO	CARA 1	1.2	2.1	2.1	2.4	
6		CARA 2	1.3	1.3	2.6	2.8	
7	16% CENIZA DE EUCALIPTO	CARA 1	2	1.5	3.1	2.1	
8		CARA 2	2.1	2.6	2	2.3	
9	6% CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO + 2% DE MICROSILICE	CARA 1	1.1	2	1.6	1.8	
10		CARA 2	1.6	1.9	2.1	2.6	
11	8% CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO + 4% DE MICROSILICE	CARA 1	1.4	1.8	2	2	
12		CARA 2	2.1	2	1.6	2	
13	10% CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO + 6% DE MICROSILICE	CARA 1	1.6	2.1	2.1	2.7	
14		CARA 2	1.9	1.4	2.6	3.1	

Fuente: Laboratorio Grupo M&V Ingenieros SAC

#### 4.4. Comparación de gastos en elaboración de adoquines de concreto.

**Tabla 37.** Costo muestra base

Descripción	Und.	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Cemento	bls	13.5	24.00	37.50
Agregado Fino	m3	0.9997	90.00	91.00
Agregado Grueso	m3	0.988	90.00	90.99
Agua	lts	174.2	0.10	174.30
<b>TOTAL</b>				<b>393.79</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 38.** Costo de 12% de ceniza de hoja de eucalipto

Descripción	Und.	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Cemento	bls	13.5	24.00	37.50
Agregado Fino	m3	0.9997	90.00	91.00
Agregado Grueso	m3	0.988	90.00	90.99
Ceniza de eucalipto	kg	61.2	15.00	76.20
Agua	lts	174.2	0.10	174.30
<b>TOTAL</b>				<b>469.99</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 39.** Costo de 14% de ceniza de hoja de eucalipto

Descripción	Und.	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Cemento	bls	13.5	24.00	37.50
Agregado Fino	m3	0.9997	90.00	91.00
Agregado Grueso	m3	0.988	90.00	90.99
Ceniza de eucalipto	kg	80.4	15.00	95.40
Agua	lts	174.2	0.10	174.30
<b>TOTAL</b>				<b>489.19</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 40.** Costo de 16% de ceniza de hoja de eucalipto

Descripción	Und.	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Cemento	bls	13.5	24.00	37.50
Agregado Fino	m3	0.9997	90.00	91.00
Agregado Grueso	m3	0.988	90.00	90.99
Ceniza de eucalipto	kg	91.8	15.00	106.80
Agua	lts	174.2	0.10	174.30
<b>TOTAL</b>				<b>500.59</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 41.** Costo 6% ceniza de hoja de eucalipto con 2% de microsílíce

Descripción	Und.	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Cemento	bls	13.5	24.00	37.50
Agregado Fino	m3	0.9779	90.00	90.98
Agregado Grueso	m3	0.9664	90.00	90.97
Ceniza de eucalipto	kg	34.4	15.00	49.40
Microsílíce	bls	0.6	87.50	88.10
Agua	lts	177.6	0.10	177.70
<b>TOTAL</b>				<b>534.64</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 42.** Costo 8% ceniza de hoja de eucalipto con 4% de microsílíce

Descripción	Und.	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Cemento	bls	13.5	24.00	37.50
Agregado Fino	m3	0.9779	90.00	90.98
Agregado Grueso	m3	0.9765	90.00	90.98
Ceniza de eucalipto	kg	45.9	15.00	60.90
Microsílíce	bls	1.1	87.50	88.60
Agua	lts	181	0.10	181.10
<b>TOTAL</b>				<b>550.05</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 43.** Costo 10% ceniza de hoja de eucalipto con 6% de microsílíce

Descripción	Und.	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Cemento	bls	13.5	24.00	37.50
Agregado Fino	m3	0.9779	90.00	90.98
Agregado Grueso	m3	0.9765	90.00	90.98
Ceniza de eucalipto	kg	57.4	15.00	72.40
Microsílíce	bls	1.7	87.50	89.20
Agua	lts	184.4	0.10	184.50
<b>TOTAL</b>				<b>565.55</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 44.** Resumen de costos

DESCRIPCION	PRECIO S/.
M. Base	393.79
12% CENIZA DE EUCALIPTO	469.99
14% CENIZA DE EUCALIPTO	489.19
16% CENIZA DE EUCALIPTO	500.59
6% CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO + 2% DE MICROSILICE	534.64
8% CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO + 4% DE MICROSILICE	550.05
10% CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO + 6% DE MICROSILICE	565.55

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico N° 21. Resumen de costos**



Fuente: Elaboración propia

En el **gráfico N°21** se muestra un resumen general, de los costos de elaboración de adoquines por m<sup>3</sup>, lo cual se ha desarrollado por cada porcentaje planteado, es así que el costo más alto de producción por m<sup>3</sup> es del diseño de 10% de ceniza de hoja de eucalipto con 6% de microsíllice, lo cual asciende al montón de S/565.55 Soles por cada m<sup>3</sup>.

## V. DISCUSIÓN

## **Discusión 1**

Según Villanueva (2017), presenta su tesis titulada *“Resistencia de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con sustitución de 15% de cemento por ceniza de eucalipto de hornos artesanales”*. Obtuvo como resultado que al sustituir 15% de ceniza de eucalipto a los 28 días aumenta 1.5%, llegando de 210 kg/cm<sup>2</sup> a 215 kg/cm<sup>2</sup>, esto sucede debido a que se observó que la presencia de silicato tricálcico en donde hace un rápido endurecimiento, llegando a la conclusión que las muestras son altamente alcalinas resultando similar al cemento, además que la composición química de las cenizas de eucalipto da a conocer que es una puzolana y que contiene un 88.23% de compuesto puzolánico.

Es así que en este trabajo de investigación se llega a la misma conclusión respecto al antecedente mencionado, ya que al incorporar las diversas dosificaciones de ceniza de hoja de eucalipto se obtiene como resultado que ayuda de manera positiva respecto a los ensayos de compresión, debido a que de manera efectiva aumenta su resistencia en cada dosificación planteada, ya que como bien menciona el antecedente la ceniza de hoja de eucalipto contiene un alto índice de silicato tricálcico que ayuda a un endurecimiento rápido.

## **Discusión 2**

Pacheco y Moreno (2018), en su tesis titulada *“Análisis del comportamiento mecánico en adoquines de concreto hidráulico con sustitución de agregado fino por grano de caucho reciclado en los tamices N°8 al N°20 (2.36 mm 0.85mm) y adición de polvo fino de microsílíce”* plantearon evaluar la conducta mecánica en los adoquines del concreto hidráulico, al sustituir el 5,10 y 15% de granulo de caucho de llanta reciclada GCR, con 3, 6 y 9% de microsílíce, es así que parte de los diseños planteados de con Granulo de caucho reciclado fallaron, pero al realizar la mezcla con microsílíce estos diseños fueron muy óptimos.

Es así que es para la presente investigación planteada con los porcentajes añadidos de microsílíce con ceniza de hoja de eucalipto, los diseños fueron muy óptimos, ya que cumplen con la NTP respecto a los ensayos de compresión y absorción, con un alto índice de eficacia, ya que la principal función del microsílíce es unir los vacíos dejado por las partículas del cemento y los agregados.

### **Discusión 3**

Huatay (2014), presenta su tesis titulada “*Propiedades mecánicas del concreto elaborado con aditivo microsílíce*”, planteó como objetivo establecer la mejor dosis en porcentajes de la microsílíce para optimizar la resistencia a la compresión del concreto. sus resultados son positivos ya que al utilizar el microsílíce aumentó considerablemente la resistencia a la compresión siendo mejor que la mezcla patrón.

Los resultados del presente trabajo de investigación son similares con respecto a lo que se menciona con el antecedente, ya que al utilizar el aditivo microsílíce la resistencia a compresión del concreto aumenta considerablemente, y en este caso aún más ya que fue mezclado con ceniza de hoja de eucalipto y este contiene un alto índice de silicato tricálcico, como se puede ver en el resumen del grafico N°10, en donde se muestran los diversos porcentajes añadidos de ceniza de hoja de eucalipto y microsílíce con respecto al peso del cemento, en donde a los 28 días la resistencia a la compresión es de  $f'c=816.77$  kg/cm<sup>2</sup> cumpliendo con los requisitos de la NTP.

## **VI. CONCLUSIONES**

## **Conclusión General**

Se evaluó las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III utilizando diversos porcentajes de ceniza de hoja de eucalipto y aditivo microsílíce para ello se realizaron ensayos tales como compresión y absorción, además del ensayo de alabeo, en donde los resultados fueron positivos, tal como se manifiestan de manera resumida en el grafico N°10 y grafico N°20.

## **Conclusiones específicas**

1. Se determinó como dosificación optima la adición del 14% de ceniza de hoja de eucalipto con respecto al peso del cemento, ya que ésta ayuda de manera positiva en la mejora de las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III, tal como se muestra en el Gráfico N°8 ya que al cumplirse la edad de 28 días, su resistencia llegó a  $f'c=719.37$  k/cm<sup>2</sup>, logrando pasar el 100% del diseño patrón que es  $f'c= 510$ kg/cm<sup>2</sup>, además como se puede apreciar en el grafico N°18 éste porcentaje hace que el concreto tenga un 3.9% de absorción de agua.
2. Se determinó como dosificación optima la adición del 8% de ceniza de hoja de eucalipto con el 4% de aditivo microsílíce, con respecto al peso del cemento, ya que ésta ayuda de manera positiva en la mejora de las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III, tal como se muestra en el Gráfico N°9 ya que al cumplirse la edad de 28 días, su resistencia llegó a  $f'c=801.77$  k/cm<sup>2</sup>, logrando pasar el 100% del diseño patrón, además como se puede apreciar en el grafico N°19 éste porcentaje hace que el concreto tenga un 3.1% de absorción de agua.
3. Para poder determinar cómo influye la dosificación optima de la adición de cenia de hoja de eucalipto en la producción de adoquines tipo III, se evaluó realizando el concreto por m<sup>3</sup>, lo cual la dosificación optima determinada es de 14% de ceniza de hoja de eucalipto, es así que para la elaboración del diseño por m<sup>3</sup>, se comparó con el diseño base en donde por m<sup>3</sup> costó S/.393.79 soles, y la dosificación optima por m<sup>3</sup> costó S/.489.19 soles aumentando en un 24% más en el costo de producción por m<sup>3</sup> de concreto para adoquines tipo III.

4. Para poder determinar cómo influye la dosificación óptima de la adición de ceniza de hoja de eucalipto con la adición de microsílíce en la producción de adoquines tipo III, se evaluó realizando el concreto por m<sup>3</sup>, lo cual la dosificación óptima determinada es de 8% de ceniza de hoja de eucalipto con el 4% de aditivo microsílíce, es así que para la elaboración del diseño por m<sup>3</sup>, se comparó con el diseño base en donde por m<sup>3</sup> costó S/.393.79 soles, y la dosificación óptima por m<sup>3</sup> costó S/.550.05 soles aumentando en un 40% más en el costo de producción por m<sup>3</sup> de concreto para adoquines tipo III.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Es recomendable utilizar el aditivo microsílíce ya que éste mejora las propiedades del concreto, debido a que su función es llenar los vacíos dejados por las partículas del cemento y los agregados, además que es empleado para los concretos de alta resistencia.
2. Se recomienda el uso de ceniza de hoja de eucalipto como un aditivo natural, ya que como se pueden ver en los resultados, la ceniza ayuda a mejorar considerablemente las propiedades mecánicas del concreto, además se debe aprovechar las hojas ya que al momento de talar las plantas no dan un uso a la hoja, es por ello que en este caso se optó por plantear la ceniza de hoja de eucalipto como un aditivo natural.
3. Por la parte constructiva es muy recomendable utilizar tan solo el 2% de microsílíce con 6% de hoja de eucalipto, ya que tan solo aplicando esa dosis se logra ver un gran incremento en las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tales como la compresión y absorción, además se tiene que considerar el costo de producción y de materiales.
4. En laboratorio es recomendable utilizar equipos debidamente calibrados y deben ser manipulados por el experto de laboratorio, para que así los resultados sean los más óptimos y se pueda brindar una información precisa, además al momento de procesar los resultados se debe de ser minucioso para que así no se presenten errores.

## REFERENCIAS

American Society for Testing and Materials (2004). Standard procedure for the inspection of pavement condition index on roads and parking lots (ASTM D6433-03). Estados Unidos. 81 pp.

ARANGO, Juan. Adoquines de Concreto: Propiedades físico – mecánicas y sus correlaciones. *Revista TECNOLOGIAS*. 2006, (16), 122-137. ISSN: 2500-8625.

BERNAL César. Metodología de la Investigación, *Pearson Educación*, 3ra., Colombia, 2010, 106 pág. ISSN: 978-958-699-128-5.

BISIBORI Rachel, NGAO Gladys, ROP Naftal and JUSTUS Wesonga. Effect of Availability of Teaching and Learning Resources on the Implementation of Inclusive Education in Pre-School Centers in Nyamira North Sub-County, Nyamira County, Kenya, *Journal of Education and Practice*. 2015. ISSN: 2222-1735

Briones, G. 2000. La investigación social y educativa. Convenio Andrés Bello. Bogotá, Colombia: Tercer Mundo Editores, p. 59.

BUZÓN, Jorge. Fabricación de los adoquines para uso en vías peatonales, usando cuesco de palma africana. *Revista INGE-CUC*. vol 6. (6): 67-77. 2010. ISSN: 0122-6517

CABALLERO Karen. Propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras metálicas. *Revista Prisma Tecnológico* [en línea]. 2017,8 (1), 18 – 23. ISSN: 2076 – 8133. Disponible en:

<https://revistas.utp.ac.pa/index.php/prisma/article/view/1527>

Canadian Geotechnical Society (CGS), 1992, Canadian Foundation Engineering Manual, Richmond, British Columbia, Canada.

CEVALLOS Xavier. “Disertación sobre el comportamiento de aditivos plastificantes en el hormigón, en su resistencia y durabilidad”, Tesis Ingeniería Civil, PUCE, Quito, 2012.

Concrete in Practice Series, NRMCA, Silver Spring, MD,

Recuperado de: [www.nrmca.org](http://www.nrmca.org).

Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering. *Reyno Unido*. (33). 2018. ISSN: 1093-9687

COUTO F., FERREIRA G., BARRETO G., SCHWANTES N. y MORALES G. Initial study of Eucalyptus Wood Ash (EWA) as a mineral admixture in concrete. *Revisita DYNA*. Vol. 86 (208): 264 – 270. 2019. ISSN: 0012-7353.

DEMETRIO, Gaspar. Aditivo para hormigones, morteros y pastas. *Materiales de Construcción*. 35, (200): 69 – 77, 2003. ISSN: 0465-2746

DUQUE, Gonzalo. Manual de geología para ingenieros. Colombia [en línea]. Universidad Nacional de Colombia 2016. [consultado 9 de octubre] Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/53252/97/clasificaciondesuelos.pdf>

Engineering. Mexico, 13. Abril 2009. ISSN: 1665-529X

FAO. 1981. Eucalyptus for planting. Forestry Service N° 11. Roma, 677 p.

FAO. 1994. Memoria. Consulta de Expertos sobre el Avance de la Agroforestería en Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe. México D.F., del 20 al 23 de julio de 1993. Serie: Zonas Áridas y Semiáridas N° 1. Santiago, Chile, p. 35-41.

Food and agriculture organization of the united nations. *Eucalypts for planting*. Italy: FAO, 1981. 745 pp. ISBN: 92-5-100570-2

GALLEGOS, Hector. *Albañilería estructural*. 3ra ed. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2005. 444 pp. ISBN:106080890

GONZALES DE LA GOTERA, Manuel 2005 Adiciones minerales, Lima: Indecopi (consulta: 9 de octubre).

Recuperado de: (<http://www.bvindecopi.gob.pe/ponenormaliz/Cpnstruccion-GGonzalesDelaCotera.ppt>)

Herbario Nacional de Bolivia/Missouri Botanical Garden. 1993, Guía de Árboles de Bolivia, La Paz.

HUATAY Elver. Propiedades mecánicas del concreto elaborado con aditivo microsilíce. Tesis (Ingeniero civil). Universidad Nacional de Cajamarca, 2014.

124pp.

INDECOPI (Perú). Norma Técnica Peruana 399.61 - 2010: Unidades de albañilería. Adoquines de concreto para pavimentos, Lima, 2010. 14 pp.

Ingeniería y Tecnológica. La labor investigadora e innovadora en México, Chapter: 4, Publisher: *Science Associated Editors*, L. L. C, Editors: G. Quiroga, L. J. González, pp.83-100. ISSN: 2478-5269

Journal of Construction Engineering and Management. *EE.UU.* 19. 2010 ISSN: 07339364

Journal of Construction Engineering and Management – *ASCE. EE.UU.*2010. ISSN: 07339364

Journal of Engineering and Technology Management - JET-M. Netherlands – *Países Bajos.* 2008. ISSN: 09234748

JURADO, Marck and CLAVIJO, Dani. *Soil Stabilization with Type Mh Cement to Improve the Physical and Mechanical Characteristics of the Material xe Subsoil of the Workshops Area and Carports of the Plmq, Sector Quitumbe.* Thesis for Civil Engineer at the Catholic University of Ecuador entitled, 2016

KIRSCHBAUM C. Test of resistance to compression of soil-cement blocks. *INFORMES DE LA CONSTRUCCION.* Vol 63 (524): 43 – 48. 2011. ISSN: 0020-0883

KOCI, Lujan (2016), In his article entitled "Geotechnical Design of Foundations considering reliability". *Technical Journal of Civil Engineering* Edition 47. ISSN: 2383-3874

LEDEZMA Felipe y YAURI Wilder. *Diseño de mezcla del concreto para elaboración de adoquines con material reciclado de neumáticos en la provincia de Huancavelica.* Tesis Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Huancavelica, 2018.

Mattey P., ROBAYO R., DIAZ J., DELVASTO S. Y MONZO J. Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales. *REVISTA LATINOAMERICANA DE METALURGIA Y MATERIALES.* Vol. 35 (2): 285 – 294. 2015. ISSN: 0255-6952

Maydell, H.J.von. 1990. Trees and shrubs of the Sahel. Their characteristics and uses. GTZ. Verlag Josef Margraf. 525 p.

Millet, M. 1969. Australian Eucalypts. Periwinkle Colour Series. Landsdowne Press. Melbourne. 112 p.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial, Aprobada por Resolución Directoral N° 18-2013-MTC/14. junio 2013.

MOHAMED, Vanapalli y S. K, Saatcioglu (2015). Comparison of bearing capacity of unsaturated sand using cone penetration tests and plate load tests (PLT). *In the Proceedings of the 5th International Conference on Unsaturated Soils*, 6-8 September 2010, Barcelona, Spain. ISSN:1183–1188.

MONTEJO, Alfonso. *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*. Segunda reimpresión de la segunda edición, 2002, 400 pp. ISBN: 958-96036-2-9.

MOYA Cristian, POBLETE Wilson y VALENZUELA Luis. Propiedades físicas y mecánicas de compuestos de polietileno reciclado y harianas de corteza y madera de pinus radiata fabricados mediante moldeo por inyección. [en línea]. 2012. Vol. 14 [fecha de consulta: 30 de octubre de 2019].

Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-21X2012000100002&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-21X2012000100002&lng=es&nrm=iso) ISSN 0718-221X

NEVILLE A. y BROOKS J., *Tecnología del concreto*. México D.F.: Trillas, 1998, 328 pp. ISBN: 0-582-98859-4.

Nowak, A S, y K R Collins, 2000, Reliability of Structures, New York: McGraw-Hill. Design and Construction of Shallow Foundations for Highway Bridge Structures.

PETERSHAN Patel. Soil stabilization, In Geotechnical Investigations and Improvement of Ground Conditions, *Revista Ingeniería civil*. 2019.

Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/soil-stabilization> ISSN: 0213-8468

PORTUGAL, Pablo. *Tecnología del concreto de alto desempeño*. Paris: Lafayette, 2007.348pp. ISBN: 75188

Prado, J.A. y Barros, S. 1989. Eucalyptus. Principios de silvicultura y manejo. INFOR. Santiago, Chile. 199 p.

Quiminet, Construcción, EE. UU (06 de abril de 2015). [Fecha de Consulta: 15 de octubre de 2019]. Recuperado de <https://www.quiminet.com/articulos/beneficios-del-uso-de-microsilica-en-cemento-4112651.htm>

REFORT Maria, KEIL Gabriel. Importancia y determinación de las propiedades mecánicas de la madera. *Rex vista Contacto Rural*. (2012). ISSN: 1853-4252

Revista de investigaciones Altoandinas [en línea]. Vol. 20. (2). Puno, 2018 (fecha de consulta: 11 de octubre de 2019).

Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2313-29572018000200007](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572018000200007) ISSN: 2313-2957

RIVVA, Enrique. Concretos de Alta resistencia. Lima: Fondo editorial ICG, 2002. 150 pp.

Santiago Miguel, A., Santamaría Cuellar, M. del R., Contreras Santos, G., & Gutiérrez Valverde, E. (2015). Elaboración de adoquines a base de PET reciclado. (Spanish). Congreso Internacional de Investigación Academia Journals, 7(4), 5525. Retrieved from:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edb&AN=128831658&lang=es&site=eds-live>

SERFOR. (2015). servicio nacional forestal y de fauna silvestre-serfor. Lima - Perú: ministerio de agricultura y riego.

The Concrete Institute. Additives for concrete in six steps. *Technology* (5): 32-38, 2006. ISSN: 0162-4075.

TRACEY William. *The human resources glossary*. 3ra ed. United States of America: CRC Press LLC, 2003. ISBN: 1-57444-351-8

VALDERRAMA, Santiago. *Pasos para Elaborar Proyectos de Investigación Científica Cuantitativa, cualitativa y Mixta*. 5ª reimpresión. Lima: San Marcos, 2013. ISBN: 978-612-302-878-7

VAQUERO, Julio, Instituto Español del cemento y sus aplicaciones. *España*, 1996, 94 pág. ISSN: 8489702020

VEGA, Rodrigo. Ciencia y ambiente en la aclimatación del eucalipto en el Valle de México a través de la prensa, 1869-1880. *HISTORIA Y SOCIEDAD*. (30): 237-264.2016. ISSN: 0121-8417

VIAL. Vigo international journal of applied linguistics, España. *Revista de Ciencias Sociales*. ISSN: 1697-0381

VILLANUEVA Janel. *Resistencia de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución de 15% de cemento por cenizas de eucalipto de hornos artesanales*. Tesis Ingeniero Civil. Universidad San Pedro, 2017.

Vita, A. 1990. Establecimiento y manejo de especies vegetales aptas para su utilización como fuente de energía. En: Curso "Uso y producción de especies vegetales como fuente de energía". Universidad de Chile. Centro de Estudios de Zonas Aridas (CEZA). Programa de Capacitación de Agentes de Extensión. INDAP. IV Región de Coquimbo. La Serena, Chile. 66 p.

## **ANEXOS**

### ANEXO 3

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**Título:** Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III, utilizando ceniza de hoja de eucalipto y microsilice con ceniza de hoja de eucalipto, Lima 2019.

**Autor:** Chinguel Delgado Rossynny Lennohn Romeo

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	METODOLOGIA
¿De qué manera la ceniza de hoja de eucalipto y el aditivo microsilice influyen en las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III en Lima?	Evaluar las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III utilizando ceniza de hoja de eucalipto y microsilice.	La adición de porcentajes de ceniza de hoja de eucalipto y microsilice ayudan a mejorar positivamente las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III en Lima.	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN ADOQUINES	PROPIEDADES MECÁNICAS	COMPRESIÓN	PRENSA HIDRÁULICA NTP 399.611	<b>De acuerdo al enfoque:</b> Cuantitativo
					ABSORCIÓN	HORNO ELECTRICO GRADUADO, BALANZA ELECTRÓNICA, NTP 399.611	
					ALABEO	CUÑAS DE ACERO GRADUADA, REGLA METÁLICA	
				COSTOS	GASTO DE PRODUCCION	PRESUPUESTO	
PROBLEMA ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	METODOLOGIA
¿Cómo la adición de ceniza de hoja de eucalipto influye en las propiedades mecánicas del adoquín tipo III?	Determinar la dosificación óptima de ceniza de hoja de eucalipto para la mejora de las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III.	La adición de los porcentajes de ceniza de hoja de eucalipto influye de manera positiva en las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III	CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO	PORCENTAJE DE ADICIÓN	12%	BALANZA Y REPORTE DE LABORATORIO	<b>Según el nivel:</b> Descriptivo
					14%		
					16%		
¿Cómo la adición de microsilice con ceniza de hoja de eucalipto influye en las propiedades mecánicas del adoquín tipo III?	Determinar la dosificación óptima de microsilice con ceniza de hoja de eucalipto para la mejora de las propiedades mecánicas del adoquín tipo III.	La adición de los porcentajes de aditivo microsilice con ceniza de hoja de eucalipto influyen de manera positiva en las propiedades mecánicas de los adoquines tipo III.	ADITIVO MICROSÍLICE CON CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO	PORCENTAJE DE ADICIÓN	2%M+6%CE	BALANZA, FICHA TÉCNICA DE ADITIVO Y REPORTE DE LABORATORIO	<b>Según el Tipo:</b> Aplicada
¿Cómo la adición de ceniza de hoja de eucalipto influye en el costo de producción de adoquines tipo III?	Determinar la influencia de la dosificación óptima de ceniza de hoja de eucalipto en el costo de producción de adoquines tipo III.	El porcentaje óptimo de ceniza de hoja de eucalipto influye de manera positiva en los costos de producción de adoquines tipo III.			4%M+8%CE		
¿Cómo la adición de microsilice con ceniza de hoja de eucalipto influye en el costo de producción de adoquines tipo III?	Determinar la influencia de la dosificación óptima de aditivo microsilice con ceniza de hoja de eucalipto en el costo de producción de adoquines tipo III.	El porcentaje óptimo de aditivo microsilice con ceniza de hoja de eucalipto influye de manera positiva en los costos de producción de adoquines tipo III.			6%M+10%CE		
							<b>Según el Diseño:</b> Experimental de tipo Cuasi Experimental

**ANEXO 4**

**OPERACIONALIZACION DE VARIABLES**

**Título:** Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III, utilizando ceniza de hoja de eucalipto y microsíllice con ceniza de hoja de eucalipto, Lima 2019.

**Autor:** Chinguel Delgado Rossynny Lennonh Romeo

	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
V.D	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN ADOQUINES	Son las propiedades físicas que se presentan al concreto en los adoquines después del proceso de endurecido, NTC - INOTEC (2017).	Para evaluar las propiedades mecánicas de los adoquines, se realizarán mediante pruebas de laboratorio tales como compresión, absorción y alabeo.	PROPIEDADES MECÁNICAS	COMPRESIÓN	RAZÓN
					ABSORCIÓN	
					ALABEO	
				COSTO	GASTO DE PRODUCCIÓN	
V.I.	CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO	Cenizas: Es el producto de la combustión de algún material, compuesto por sustancias orgánicas o inorgánicas no combustibles (UCOL, 2012). El género Eucalyptus pertenece a la familia botánica de las Mirtáceas, comprende, de 400 a 600 especies, originarias de Australia. Este género lo componen eucaliptos de diversos tamaños y formas, prosperando en diversas condiciones climáticas. (Carrillo, 2001)	Se realizarán 3 dosificaciones con respecto a la utilización de ceniza de hoja de eucalipto, lo cual se reemplazará con respecto al peso del cemento.	DOSIS DE ADICIÓN	12%	RAZÓN
					14%	
					16%	
	ADITIVO MICROSÍLICE CON CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO	El Microsíllice, es un mineral formado por esferas de dióxido de silicio ultra fino, lo cual es un sub producto cuando se produce el silicio metálico o ferro silico en horas a altas temperaturas. Quiminet (2015)	Se realizarán 3 dosificaciones con respecto a la utilización de ceniza de hoja de eucalipto, mas la adición del aditivo microsíllice lo cual se reemplazará con respecto al peso del cemento.	DOSIS DE ADICIÓN	2%M+6%CE	RAZÓN
					4%M+8%CE	
					6%M+10%CE	

ANEXO 5



INSTRUMENTO DE RECOPIACION DE DATOS

I. DATOS GENERALES

Titulo	Evaluacion de las propiedades mecánicas del concreto en	Fecha moldeo:	
	adoquines tipo III, utilizando ceniza de hoja de eucalipto	Fecha muestra:	
	y microsílíce con ceniza de hoja de eucalipto, Lima 2019.	Edad:	
Apellidos y Nombre	Chinguel Delgado, Rossynny Lennoh Romeo		

Duracion de Ensayo: \_\_\_\_\_

N°	ENSAYO DE ABSORCION (NTP 399.613: 2017)						OBS
	INDICADORES		PESO SECO	PESO SATURADO	CONTENIDO DE AGUA	PROMEDIO DE AGUA	
Muestra	% de Mate.	Sub. A	(kg)	(kg)	(%)	(%)	
1	M. Base	-					
2		-					
3		-					
4	12%CE	A 12%CE					
5		B 12% CE					
6		C 12% CE					
7	14%CE	A 14%CE					
8		B 14% CE					
9		C 14% CE					
10	16%CE	A 16%CE					
11		B 16% CE					
12		C 16% CE					
13	6%CE+2%M	A-6%CE+2%M					
14		B-6%CE+2%M					
15		C-6%CE+2%M					
16	8%CE+4%M	A-8%CE+4%M					
17		B-8%CE+4%M					
18		C-8%CE+4%M					
19	10%CE+6%M	A-10%CE+6%M					
20		B-10%CE+6%M					
21		C-10%CE+6%M					

APELLIDOS Y NOMBRES:	_____	FIRMA
DNI / CIP:	_____	
TELEFONO	_____	

ANEXO 6



INSTRUMENTO DE RECOPIACION DE DATOS

I. DATOS GENERALES

Titulo	Evaluacion de las propiedades mecánicas del concreto en	Fecha moldeo:
	adoquines tipo III, utilizando ceniza de hoja de eucalipto	Fecha muestra:
	y microsílíce con ceniza de hoja de eucalipto, Lima 2019.	Edad:
Apellidos y Nombre	Chinguel Delgado, Rossynny Lennoh Romeo	

Duracion de Ensayo: \_\_\_\_\_

N°	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (NTP 399.611: 2017)						OBS
	INDICADORES		LECTURA DIAL	AREA	RESISTENCIA	PROMEDIO	
Muestra	% de Mate.	Sub. A	(kg)	(cm2)	(%)	(%)	
1	M. Base	-					
2		-					
3		-					
4	12%CE	A 12%CE					
5		B 12% CE					
6		C 12% CE					
7	14%CE	A 14%CE					
8		B 14% CE					
9		C 14% CE					
10	16%CE	A 16%CE					
11		B 16% CE					
12		C 16% CE					
13	6%CE+2%M	A-6%CE+2%M					
14		B-6%CE+2%M					
15		C-6%CE+2%M					
16	8%CE+4%M	A-8%CE+4%M					
17		B-8%CE+4%M					
18		C-8%CE+4%M					
19	10%CE+6%M	A-10%CE+6%M					
20		B-10%CE+6%M					
21		C-10%CE+6%M					

APELLIDOS Y NOMBRES:	_____	FIRMA
DNI / CIP:	_____	
TELEFONO	_____	

ANEXO 7



INSTRUMENTO DE RECOPIACION DE DATOS

I. DATOS GENERALES

Titulo	Evaluacion de las propiedades mecánicas del concreto en	Fecha moldeo:	
	adoquines tipo III, utilizando ceniza de hoja de eucalipto	Fecha muestra:	
	y microflice con ceniza de hoja de eucalipto, Lima 2019.	Edad:	
Apellidos y Nombre	Chinguel Delgado, Rossynny Lennoh Romeo		

Duracion de Ensayo: \_\_\_\_\_

N°	ENSAYO DE ALABEO					OBS
	INDICADORES		CÓNCAVO	CONVEXO	PROMEDIO (%)	
Muestra	% de Mate.	Sub. A				
1	M. Base	-				
2		-				
3		-				
4	12%CE	A 12%CE				
5		B 12% CE				
6		C 12% CE				
7	14%CE	A 14%CE				
8		B 14% CE				
9		C 14% CE				
10	16%CE	A 16%CE				
11		B 16% CE				
12		C 16% CE				
13	6%CE+2%M	A-6%CE+2%M				
14		B-6%CE+2%M				
15		C-6%CE+2%M				
16	8%CE+4%M	A-8%CE+4%M				
17		B-8%CE+4%M				
18		C-8%CE+4%M				
19	10%CE+6%M	A-10%CE+6%M				
20		B-10%CE+6%M				
21		C-10%CE+6%M				

APELLIDOS Y NOMBRES:	_____	FIRMA
DNI / CIP:	_____	
TELEFONO	_____	

## FICHA TÉCNICA DEL ADITIVO MICROSÍLICE

CONSTRUYENDO CONFIANZA



## HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

## Sika® Fume

## ADICIÓN MINERAL - MICROSÍLICE

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaFume® es un aditivo para concreto en forma de polvo, basado en tecnología de humo de sílice.

## USOS

SikaFume® se utiliza en hormigón proyectado, hormigón estructural, hormigón prefabricado y otros campos de construcción de hormigón en los que se imponen altas exigencias a la calidad del hormigón fresco y endurecido.

## CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

SikaFume® contiene dióxido de silicio reactivo latente extremadamente fino. La presencia de esta sustancia imparte una gran cohesión interna y retención de agua en el concreto fresco. El concreto se vuelve extremadamente flexible y la capacidad de bombeo se mejora sustancialmente. En el concreto endurecido, el humo de sílice reactivo latente forma un enlace químico con la cal libre (CaOH<sub>2</sub>). La formación adicional de productos de hidratación da como resultado una matriz de cemento significativamente más densa.

Con el uso de SikaFume®, el concreto mostrará las siguientes propiedades:

- Alta estabilidad del hormigón verde.
- Mayor durabilidad.
- Excelente resistencia a la congelación y la sal de deshielo si se usa un agente de arrastre de aire al mismo tiempo.
- Mayores fortalezas finales.
- Mayor resistencia a la abrasión.
- Mayor estanqueidad al agua.
- Mayor estanqueidad al gas.
- Penetración reducida del cloruro.

SikaFume® no contiene cloruros ni otras sustancias que promueven la corrosión del acero y, por lo tanto, se puede usar sin ninguna restricción para la construcción de concreto reforzado y pretensado.

## CERTIFICADOS / NORMAS

SikaFume® confirma a EN 13263-1: 2005 tabla 4.

## INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Base Química	Una mezcla de ingredientes reactivos latentes.
Empaques	Bolsa de 25 kg Bolsa de 20 kg
Apariencia / Color	polvo gris
Vida Útil	36 meses de vida útil a partir de la fecha de producción si se almacena correctamente en el empaque original sellado, sin daños y sin abrir.
Condiciones de Almacenamiento	Almacenamiento en un ambiente seco, no sensible a las heladas.
Densidad	~0.65 kg/l
Contenido Total de Iones de Cloruro	< 0.3 M-%

Hoja De Datos Del Producto  
SikaFume®  
Mayo 2019, Versión 01.01  
021403031000000019

## INFORMACIÓN TÉCNICA

<b>Guía de Vaciado de Concreto</b>	Se deben seguir las reglas estándar de buenas prácticas de hormigonado, relativas a la producción y la colocación. Las pruebas de laboratorio deben llevarse a cabo antes del hormigonado en el sitio, especialmente cuando se usa un nuevo diseño de mezcla o se producen nuevos componentes de concreto. El concreto fresco se debe curar adecuadamente y el curado debe aplicarse lo antes posible.
<b>Diseño de la Mezcla de Concreto</b>	Cuando se usa SikaFume®, se debe tener en cuenta un diseño de mezcla adecuado y se deben probar las fuentes de material locales.
<b>Tiempo de Mezclado del Concreto</b>	SikaFume® se agrega con el cemento y los agregados en la planta de procesamiento por lotes antes del medidor de agua. Tiempo óptimo de mezclado en húmedo: 60 segundos.

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

<b>Dosificación Recomendada</b>	5 - 10% en peso de cemento.
---------------------------------	-----------------------------

### NOTAS

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

### RESTRICCIONES LOCALES

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

### ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

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

### NOTAS LEGALES

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



# ANEXO 9

## CERTIFICADO DE CALIBRACION DE MAQUINAS EN LABORATORIO



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No. LB 077 -2020

FECHA DE EMISION 05/02/2020

EXPEDIENTE T 00772020

SOLICITANTE GRUPO M&V INGENIEROS SAC

DIRECCION Mz D Lt 8 SAN MIGUEL DE PALLANCHACRA  
SAN JUAN DE LURIGANCHO

INSTRUMENTO DE MEDICION MAQUINA DE ENSAYO COMPRESION

MARCA ELE INTERNATIONAL

MODELO Nº 16-3088/02

NUMERO DE SERIE 80900010123

ALCANCE DE INDICACION 100.96 kN a 70.63 kN

DIVISION DE ESCALA digital  
RESOLUCION

Procedencia United States

Identificación GM-V-125.12.25

Tipo Eléctrica

Ubicación Laboratorio

Fecha de Calibración 02/05/2020

#### PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION

La Calibración se realizó por el Método de comparación del dial del anillo y la lectura de celda de carga.

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre estándar de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "guía para la Expresión de la incertidumbre de la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

GM EQUIPOS E.I.R.L. No se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

#### LUGAR DE CALIBRACION

La calibración se realizó en el laboratorio del GRUPO M&V INGENIEROS SAC

GM EQUIPOS E.I.R.L.

Giovani Martínez Rivera  
Gerente General

Equipo de laboratorio para la minería y construcción. Suelos, concretos, rocas. Fabricación mantenimiento y reparación.  
SERVICIOS DE LABORATORIO, CALIBRACIONES. RUC 20513819804, Jr. Viviano Paredes 829 Lima 29. [gmequipos@gmail.com](mailto:gmequipos@gmail.com)

## ANEXO 10

### CERTIFICADO DE LABORATORIO

**Grupo  
M & V  
Ingenieros SAC**  
RUC 20604350205

GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C., es una empresa creada en 2004 por la sociedad MUÑOZ VEGA en la Ciudad de Lima, cuenta con un staff de profesionales y Técnicos de reconocida experiencia en consultoría y Análisis de Control de Calidad - Evaluación de Pavimentos en Nuestro LABORATORIO e INSITU respectivamente, se destaca por su rigor científico y calidad técnica con tecnologías de última generación.

Con sede principal en MZA. D LOTE. 8 COO. SAN MIGUEL (CAMPOY) LIMA - LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO

GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C. mantiene el reconocimiento y la solidez en el Sector Público y Privado para la realización de estudios geotécnicos:

- Exploración del subsuelo mediante sondeos mecánicos y ensayos geofísicos
- Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos, concreto y Mezcla Asfáltica.
- Estudios geotécnicos para obras de infraestructura
- Análisis de deslizamientos, erosión y estabilidad de taludes
- Análisis de respuesta sísmica
- Diseño de obras geotécnicas
- Consultoría geotécnica especializada
- Instrumentación y control de calidad

Registrada en SUNAT como Actividad Económica principal:

**7110 Actividades de Arquitectura e Ingeniería y Actividades conexas de Consultoría Técnica**

Registrada en OSCE – Registro Nacional de Proveedores:

RNP Bienes: B0874470  
RNP Servicios: S1512454



Lima, 01 de Enero del 2020

  
GRUPO M&V INGENIEROS S.A.C.  
Jose Enrique Muñoz Saldivar  
GERENTE GENERAL  
RUC 20604350205

**JOSE ENRIQUE MUÑOZ SALDIVAR**  
GERENTE GENERAL

---

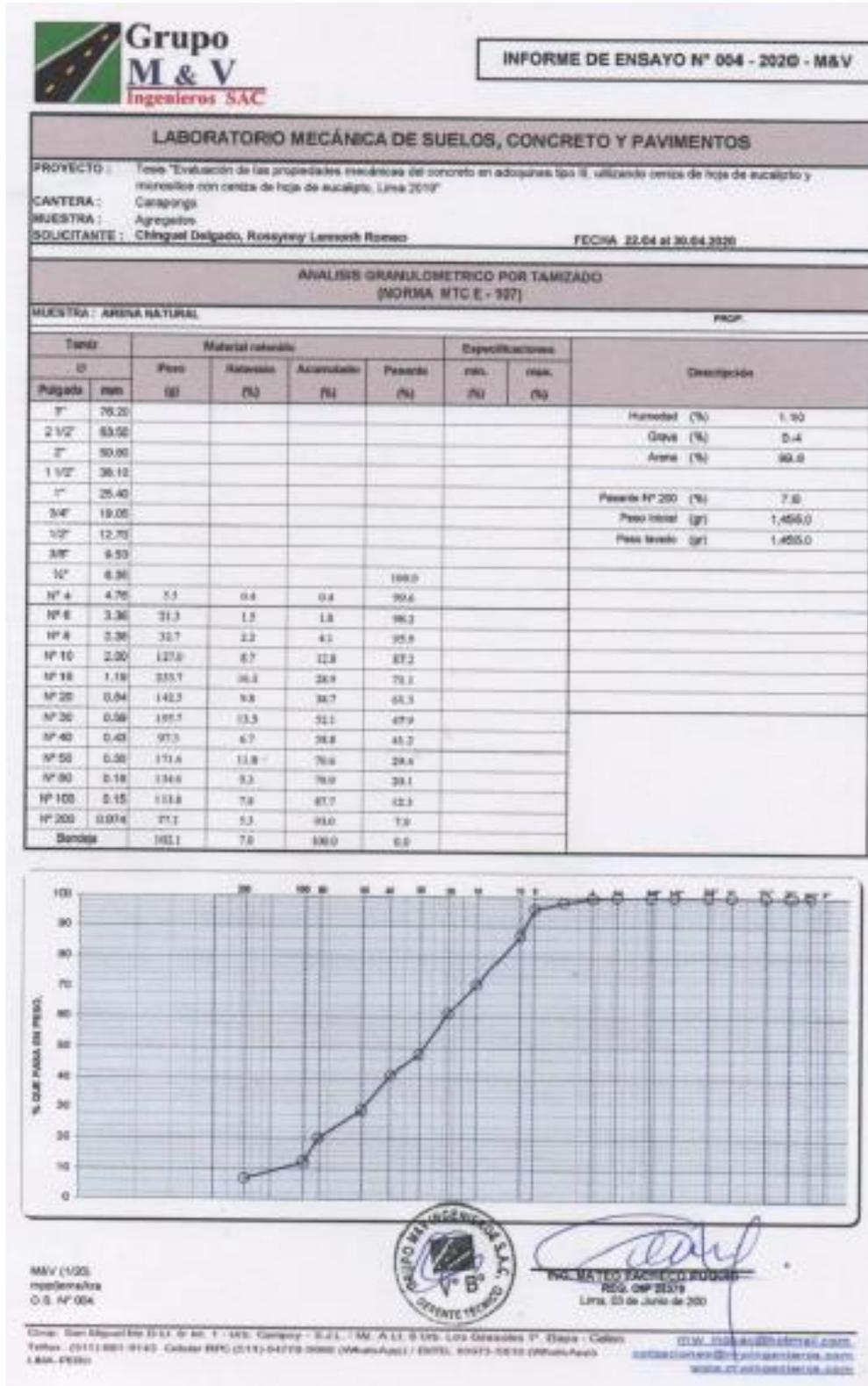
Grup. San Miguelito D.L. 8 M. 1 - 09h. Campo - S.J.L. / M. A. D. 8 090. Los Olivos P. 4to. - Calle  
Tel: (011) 601 8143 Cel: 980 919 8198 (WhatsApp) 9876 83075 8110 (WhatsApp)  
LIMA PERU

[info\\_ingen@grupomv.com](mailto:info_ingen@grupomv.com)  
[colaboracion@grupomv.com](mailto:colaboracion@grupomv.com)  
[www.grupomv.com](http://www.grupomv.com)

ANEXO 11

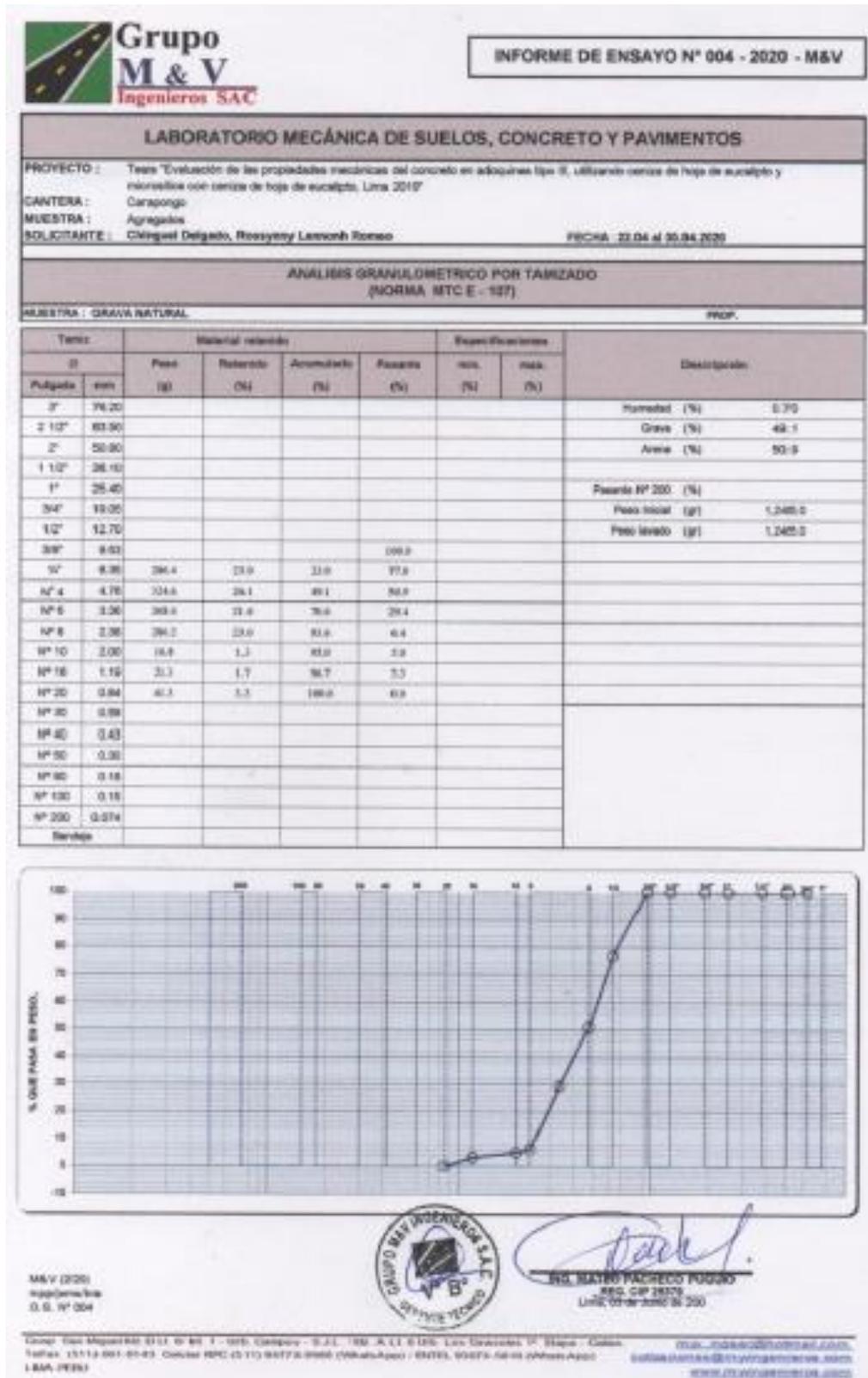
ENSAYOS GRANULOMÉTRICO

ARENA NATURAL



ANEXO 12

GRABA NATURAL



ANEXO 13

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS

	<b>INFORME DE ENSAYO N° 004 - 2020 - M&amp;V</b>		
	<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS</b>		
<b>PROYECTO :</b>	Tesis "Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo II, utilizando ceniza de hoja de eucalipto y microsilice con ceniza de hoja de eucalipto, Lima 2019"		
<b>CANTERA :</b>	La que se indica	<b>ING. RESPONSABLE :</b>	mpp / jems
<b>MUESTRA :</b>	Agregados	<b>TECNICO :</b>	lca
<b>SOLICITADO :</b>	Chingel Delgado, Rosaryny Larsonh Romeo	<b>FECHA :</b>	22.04 al 30.04.2020
<b>NTP 400.021 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso</b>			
Código de la muestra	Cantera Carapongo		
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (EN AIRE) A	2231.0		
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO (SUMERGIDO) B	1400.1		
VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACIOS C=(A-B)	830.9		
PESO DE MATERIAL SECO D	2211.3		
VOLUMEN DE LA MASA E=C-(A-D)	811.2		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) D/C	2.661		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) A/C	2.685		
PESO APARENTE (BASE SECA) D/E	2.726		
ABSORCIÓN	0.89		
<b>NTP 400.022 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino</b>			
PESO FIOLA (CALIBRADA CON AGUA) A	663.0		
PESO FIOLA (CALIBRADA CON AGUA) + PESO MATERIAL B	963.0		
PESO FIOLA + AGUA + MATERIAL S.S.S. (EXTRAIDO EL AIRE) C	849.9		
VOLUMEN DE LA MASA + VOLUMEN DE VACIOS D=(B-C)	113.1		
PESO DE MATERIAL SECO E	296.7		
VOLUMEN DE LA MASA F=D-(PESO MATERIAL S.S.S-E)	109.8		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SECA) E/D	2.623		
PESO ESPECIFICO BULK (BASE SATURADA) MAT.S.S.S/D	2.653		
PESO APARENTE (BASE SECA) E/F	2.702		
ABSORCIÓN	1.11		
<b>OBSERVACIONES</b>			
M&V (3/20) mpp/jems/lca D.S. N° 004			
		 <b>ING. MATEO PACHECO PUQUIO</b> REG. CIP 25379 Lima, 29 de Junio de 2020	
Corp. San Miguel 20 D.F. 10 44, 1 - Urb. Carapongo - S.P.U. / MC. 2144-S-005, Los Olivares P. Depto - Cellos. Telfax: (511) 601-8143 / Celular 9974 (511) 94776-9966 (Móvil) / SITEL: 90073-5830 (Móvil) / LIMA - PERU			
m.v. ingenieros@grupomv.com www.grupomv.com www.ingenieros.com			

ANEXO 14

RESISTENCIA AL DESGASTE POR LOS AGREGADOS



INFORME DE ENSAYO N° 004 - 2020 - M&V

**PROYECTO :** Tesis "Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III, utilizando ceniza de hoja de eucalipto y microsilice con ceniza de hoja de eucalipto, Lima 2019"

**CANTERA :** Carapongo **ING. RESPONSABLE :** mpp / jema

**MUESTRA:** Agregados **TECNICO :** kra

**SOLICITANTE :** Chinguel Delgado, Rossynny Lannosh Romeo **FECHA :** 22.04 al 30.04.2020

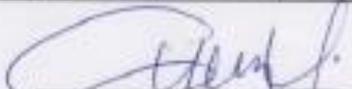
**RESISTENCIA AL DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO POR ABRASION  
MAQUINA DE LOS ANGELES**

TAMAÑO MALLA	PESO DE LOS TAMAÑOS INDICADOS EN GRAMOS							
PASA	RET.	GRADO "A" (12)	GRADO "B" (11)	GRADO "C" (8)	GRADO "D" (6)	GRADO "1" (12)	GRADO "2" (12)	GRADO "3" (12)
3"	2 1/2"					2500 gr.		
2 1/2"	2"					2500 gr.		
2"	1 1/2"					5000 gr.	5000 gr.	
1 1/2"	1"	1250 gr.					5000 gr.	5000 gr.
1"	3/4"	1250 gr.						5000 gr.
3/4"	1/2"	1250 gr.	2500 gr.					
1/2"	3/8"	1250 gr.	2500 gr.					
3/8"	N° 3			2500 gr.				
N° 3	N° 4			2500 gr.				
N° 4	N° 8				5000 gr.			

NOTA : LOS NUMEROS ENTRE PARENTESIS INDICAN LA CANTIDAD DE ESFERAS

IDENTIFICACIÓN	Cantera				
	Carapongo				
PESO INICIAL	5001.0				
GRADACIÓN	Grado "D"				
PESO MAT/RET. EN LA N° 12 gr.	3852.0				
PESO MAT. PASA MALLA N° 12 gr.	1149.0				
PORCENTAJE DE DESGASTE ( % )	23.0				





**ING. MATEO PACHECO PIQUITO**  
REG. CIP 25378  
Lima, 03 de Junio de 2020

M&V (420)  
mpp/jema/kra  
C.S. N° 004

Coop. San Miguel/Me D.L. B° Int. 1 - Urb. Carapoy - S.J.L. /Me. A.L. 6 Urb. Los Girasoles 1°. Bapa - Cellos.  
Teléfono: (511) 001-9143. Celular RFC: (511) 94778-9986 (WhatsApp) / (511) 93973-5810 (WhatsApp)  
E-MAIL: [m.v.ingenieros@hotmail.com](mailto:m.v.ingenieros@hotmail.com)  
[cebacones@mvingeneros.com](mailto:cebacones@mvingeneros.com)  
[www.mvingeneros.com](http://www.mvingeneros.com)

DISEÑO MUESTRA BASE



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**INFORME DE ENSAYO N° 004 - 2020 - M&V**

<b>SOLICITANTE</b>	: Chinguel Delgado, Rosaymy Lennox Roneo	<b>MUESTRA</b>	: Probetas de adoquines
<b>PROYECTO DE TESTS</b>	: Tesis "Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III, utilizando ceniza de hoja de eucalipto y microsilice con ceniza de hoja de eucalipto, Lima 2019"	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: Diseño
<b>CANTERA</b>	: Casapongo	<b>CANTIDAD</b>	: 13 unidades
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 2020.04.22	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 2020.04.20 a 25.03

**VERIFICACION DE DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO PORTLAND (MÉTODO ACI)**

**MATERIALES**

Agregado Arena:	Carrera Casapongo	Agua:	Potable	Cemento:	Sel Tipo I
Agregado Grueso:					
Insumo1:	-				
Insumo2:	-				

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS**

DESCRIPCIÓN	ARENA 50%	PIEDRA 50%
Peso específico (bulk seca) (g/cm <sup>3</sup> )	2.623	2.661
Peso unitario varillado (kg/m <sup>3</sup> )	1401	1494
Absorción (%)	1.11	0.89
Módulo de ruptura	3.40	0.70
Tamaño máximo nominal (pulg)	--	3/4"

**ESPECIFICACIONES DE DISEÑO**

Resistencia	f <sub>c</sub> = 510 kg/cm <sup>2</sup>
Slump (pulg)	5"

**VALORES DE DISEÑO POR METRO CÚBICO DE MEZCLA (SECO)**

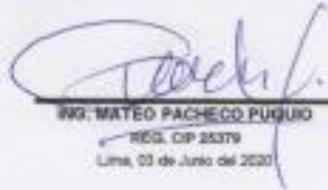
COMPONENTES	PESO	PROPORCIÓN(*)
Cemento	374.0 kg	13.5 Bolsas
Agregado Fino	990.0 kg	25.0 sacos de 40kg c/u
Agregado Grueso	1500.0 kg	25.0 sacos de 40kg c/u
Agua	174.0 lit	174.0 litros
Microsilice	-	-
Super Plastificante o nanosilice	-	-
Relación agua/cemento	0.3	
Factor Cemento	13.5	

**OBSERVACIONES:**

- Fecha de orden de ensayo: 22.04.2020
- Las proporciones de mezcla de los agregados y la cantidad de agua serán corregidos según su contenido de humedad en obra.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.





**ING. MATEO PACHECO PUJARO**  
REG. CIP 25379  
Lima, 03 de Junio del 2020

MSV (5/20)  
mgr/imp/jms  
O.S. N°004

Casa: San Miguel 182 D.L. 8/16 - Urb. Casapongo - S.J.L. - I.M.E. A.U. 8 Urb. Los Grasses 1º. Baza - Cellos.  
 Telfax: (511) 681-9143 CelAsa: (511) 94778-9098 (WhatsApp) / (511) 93073-5810 (WhatsApp)  
 CMA - PERU

[www.msvsac@hotmail.com](mailto:www.msvsac@hotmail.com),  
[calificaciones@mvingenieros.com](mailto:calificaciones@mvingenieros.com)  
[www.ingenierosk.com](http://www.ingenierosk.com)

ANEXO 16

DISEÑO ADICIÓN DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**INFORME DE ENSAYO N° 004 - 2020 - M&V**

SOLICITANTE : Chinguel Delgado, Rosaymy Lanneth Romeo MUESTRA : Probetas de adoquines  
 PROYECTO DE TESIS : Tesis "Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo II, utilizando ceniza de hoja de eucalipto y microsilica con ceniza de hoja de eucalipto, Lima 2019" IDENTIFICACIÓN : Diseño  
 F'c = 510 Kg/cm<sup>2</sup>

CANTERA : Casapongo CANTIDAD : 36 unidades  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2020.04.22 FECHA DE ENSAYO : 2020.04.30 al 05.03

**VERIFICACION DE DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO PORTLAND (MÉTODO ACI)**

MATERIALES						
Agregado Arena:	Cantera Casapongo	Agua:	Plastico	Cemento:	Sol Tipo I	
Agregado Grueso:						
Asfalto1:	cenizas de Eucalipto					
Asfalto2:	-					
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS						
DESCRIPCIÓN	ARENA 80%		PEDRA 50%			
Peso específico bulk seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.651		2.623			
Peso unitario aparente (kg/m <sup>3</sup> )	1403		1494			
Absorción (%)	0.90		1.30			
Módulo de finura	3.40		0.70			
Tamaño máximo nominal (pulg)	--		3/8"			
ESPECIFICACIONES DE DISEÑO						
Resistencia	f'c = 510 kg/cm <sup>2</sup>					
Slump (pulg)	3"					
VALORES DE DISEÑO POR METRO CÚBICO DE MEZCLA (SECO)						
COMPONENTES	PESO	PROPORCIÓN(*)	PESO	PROPORCIÓN(*)	PESO	PROPORCIÓN(*)
<b>MEZCLAS</b>	<b>12% CENIZA DE EUCALIPTO</b>		<b>14% CENIZA DE EUCALIPTO</b>		<b>16% CENIZA DE EUCALIPTO</b>	
Cemento	574.0 kg	13.5 Bolsas	574.0 kg	13.5 Bolsas	574.0 kg	13.5 Bolsas
Agregado Fino	989.0 kg	25.0 sacos de 40kg c/u	989.0 kg	25.0 sacos de 40kg c/u	989.0 kg	25.0 sacos de 40kg c/u
Agregado Grueso	1000.0 kg	25.0 sacos de 40kg c/u	1000.0 kg	25.0 sacos de 40kg c/u	1000.0 kg	25.0 sacos de 40kg c/u
Agua	174.0 l	174.0 litros	174.0 l	174.0 litros	174.0 l	174.0 litros
Cenizas de Eucalipto	66.9 kg	66.9 kg	80.4 kg	80.4 kg	91.8 kg	91.8 kg
Relación agua/cemento	0.3		0.3		0.3	
Factor Cemento	13.5		13.5		13.5	

**OBSERVACIONES:**

- Fecha de orden de ensayo: 22.04.2020
- Cenizas de Eucalipto.
- Las proporciones de mezcla de los agregados y la cantidad de agua serán corregidos según su contenido de humedad en obra.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales agregados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.





**ING. MATEO PACHECO PUCURO**  
 REG. CIP 26379  
 Lima, 03 de Junio del 2020

M&V (8/20)  
 mgr/mpp/ine  
 C.B. N°004

---

Corp. San Miguel 0 Lt. 8° 04' S. 78° 1' W. Casapongo - S.J.L. / Mt. A. Lt. 0 Urb. Los Girasoles 1°, Bapa - Callao. [www.mveng.com](http://www.mveng.com)  
 Telfax: (511) 681-9143 - Celular: (511) 94779-9996 (WhatsApp) / (51) 9373-3810 (WhatsApp) [contabilidad@mveng.com](mailto:contabilidad@mveng.com)  
 LIMA - PERU [www.ingenieros.com](http://www.ingenieros.com)

ANEXO 17

DISEÑO DE ADICIÓN DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO CON MICROSILICE



**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**  
**INFORME DE ENSAYO N° 004 - 2020 - M&V**

<b>SOLICITANTE</b>	: Chinguel Delgado, Rosaymy Lennerh Rameo	<b>MUESTRA</b>	: Probetas de adosquines
<b>PROYECTO DE TRABAJO</b>	: Tesis "Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto en adosquines tipo II, utilizando ceniza de hoja de eucalipto y microsíllice con ceniza de hoja de eucalipto, Lima 2019"	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: Diseño F'c = 510 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>CANTERA</b>	: Casapongo	<b>CANTIDAD</b>	: 30 unidades
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: 2020-04-22	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 2020-04-30 a las 05:03

**VERIFICACIÓN DE DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO PORTLAND (MÉTODO ACI)**

MATERIALES					
Agregado Arena:	Cantera Casapongo	Agua:	Pobosia	Cemento:	Sul Tipo I
Agregado Grueso:					
Insumo1:	cenizas de Eucalipto				
Insumo2:	Microsilice				

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS		
DESCRIPCIÓN	ARENA 50%	PIEDRA 50%
Peso específico (bulk seco) (g/cm <sup>3</sup> )	2.581	2.623
Peso unitario verificado (kg/m <sup>3</sup> )	1421	1494
Absorción (%)	0.90	1.80
Módulo de finura	3.40	0.70
Tamaño máximo nominal (pulg)	--	3/8"

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO	
Resistencia	f'c = 510 kg/cm <sup>2</sup>
Slump (pulg)	8"

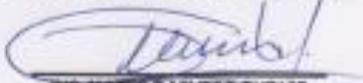
VALORES DE DISEÑO POR METRO CÚBICO DE MEZCLA (SECO)						
COMPONENTES	PESO	PROPORCIÓN(%)	PESO	PROPORCIÓN(%)	PESO	PROPORCIÓN(%)
<b>MEZCLAS</b>	<b>6% CENIZA DE EUCALIPTO 2% MICROSÍLICE</b>		<b>8% CENIZA DE EUCALIPTO 4% MICROSÍLICE</b>		<b>10% CENIZA DE EUCALIPTO 6% MICROSÍLICE</b>	
Cemento	573.9 kg	13.5 Bolsas	573.9 kg	13.5 Bolsas	573.9 kg	13.5 Bolsas
Agregado Fino	977.9 kg	24.0 sacos de 40kg c/u	988.4 kg	24.0 sacos de 40kg c/u	994.9 kg	24.0 sacos de 40kg c/u
Agregado Grueso	968.1 kg	25.0 sacos de 40kg c/u	978.3 kg	24.0 sacos de 40kg c/u	984.9 kg	24.0 sacos de 40kg c/u
Agua	177.6 l	177.6 litros	181.0 l	181.0 litros	184.4 l	184.4 litros
Ceniza de Eucalipto	34.4 kg	34.4 kg	45.9 kg	45.9 kg	57.4 kg	57.4 kg
Microsilice	11.6 kg	0.2 Bolsas	23.0 kg	0.4 Bolsas	34.4 kg	0.6 Bolsas
Relación agua/cemento	0.3		0.3		0.3	
Factor Cemento	13.5		13.8		13.5	

**OBSERVACIONES:**

- Fecha de orden de ensayo: 22.04.2020
- Cenizas de Eucalipto
- Microsilice
- Las proporciones de mezcla de los agregados y la cantidad de agua serán corregidos según su contenido de humedad en obra.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados, siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.



**M&V (T02)**  
ing/ingeniería  
O.S. N°004



**ING. WALTER PACHECO PUELLO**  
REG. CIP 25379  
Lima, 03 de Junio del 2020

C/ra. San Miguel 12, D.U. B'nt, 1 - Urb. Casapoy - S.J.L. / Mz. A U. 6 Urb. Los Olivos 1ª Etapa - Cellos  
 Telfax: (511) 661-8143 Celular RPC (511) 94778-0666 (WhatsApp) / DITEL 93673-3910 (WhatsApp)  
 LIMA - PERÚ [www.mv.com.pe](http://www.mv.com.pe)  
[colaboradores@mv.com.pe](mailto:colaboradores@mv.com.pe)  
[www.ingenieros.com](http://www.ingenieros.com)