



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Diseño de Pavimento Rígido empleando concreto $f'c=210$
kg/cm² con adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo, Jr.
Las Dalias del distrito de San Juan Bautista, Ayacucho-2023**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTORES:

Farfan Romani, Jhon Alex (orcid.org/0000-0002-2363-268X)

Quispe Reyes, Yuan (orcid.org/0000-0002-7949-0449)

ASESOR:

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

Esta tesis de investigación, se la dedico a mi dios, por brindarme sabiduría y conocimiento.

A mis queridos padres José Luis y Yanina, por el apoyo incondicional que me brindaron en mi proceso académico y guiarme por el buen camino para poder lograr y cumplir con mis objetivos establecidos.

Jhon Alex Farfan Romani.

La presente tesis se la dedico a mi familia por ser mi guía y admiración a seguir, y poder realizar mis sueños, y también Siempre estar conmigo apoyándome e inculcándome en seguir adelante en mis metas y proyectos trazados.

Yuan Quispe Reyes.

Agradecimiento

Al todo poderoso, por brindar salud y bendición a mi familia y guiarnos por el buen camino.

A mis buenos padres y toda mi familia, por su apoyo incondicional en la buenas y las malas, por los buenos consejos, orientaciones y motivaciones.

A mi compañero Yuan, por no rendirse y culminar satisfactoriamente con este proyecto y lograr juntos el objetivo anhelado que es el título de ingeniero civil.

Jhon Alex Farfan Romani.

A la vida, por darme salud y protección en este camino de batalla y lucha.

A mis hermanos por brindarme su apoyo incondicional para seguir adelante a pesar de las dificultades.

A mi compañero Alex por la motivación de poder cumplir nuestros objetivos y nuestras metas como ingenieros civiles.

Yuan Quispe Reyes.

Declaratoria de autenticidad del asesor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VILDOSO FLORES ALEJANDRO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023", cuyos autores son FARFAN ROMANI JHON ALEX, QUISPE REYES YUAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 07 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VILDOSO FLORES ALEJANDRO DNI: 10712728 ORCID: 0000-0003-3998-5671	Firmado electrónicamente por: AVILDOSOFL el 18- 12-2023 08:58:55

Código documento Trilce: TRI - 0687852

Declaratoria de originalidad del autor/ autores



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, FARFAN ROMANI JHON ALEX, QUISPE REYES YUAN estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
JHON ALEX FARFAN ROMANI DNI: 76859444 ORCID: 0000-0002-2363-268X	Firmado electrónicamente por: JHFARFANRO el 07-12-2023 16:07:25
YUAN QUISPE REYES DNI: 70124469 ORCID: 0000-0002-7949-0449	Firmado electrónicamente por: YUQUISPERE el 07-12-2023 16:10:01

Código documento Trilce: TRI - 0687854

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor	iv
Declaratoria de originalidad del autor/ autores	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de gráficos y figuras	viii
Índice de ecuaciones	ix
Resumen	x
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	21
3.2. Variables y operacionalización	21
3.3. Población, muestra y muestreo	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.5. Procedimientos	24
3.6. Método de análisis de datos	26
3.7. Aspectos éticos	26
IV. RESULTADOS	27
V. DISCUSIÓN	54
VI. CONCLUSIONES	58
VII. RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS	64
ANEXOS	68

Índice de tablas

Tabla N° 1. Ensayos de laboratorio para el concreto _____	23
Tabla N° 2. Obtención de la ceniza de tallo de algarrobo _____	32
Tabla N° 3. Propiedades químicas de la ceniza _____	33
Tabla N° 4. Características del diseño de mezcla de concreto para 1m ³ _____	35
Tabla N° 5. Dosificación al 0% de CTA _____	36
Tabla N° 6. Dosificación al 5% de CTA _____	36
Tabla N° 7. Dosificación al 8% de CTA _____	37
Tabla N° 8. Dosificación al 12% de CTA _____	37
Tabla N° 9. Resumen del diseño con las dosificaciones de CTA _____	38
Tabla N° 10. Asentamiento del concreto fresco _____	39
Tabla N° 11. Contenido de aire del concreto fresco _____	40
Tabla N° 12. Resistencia a compresión del concreto a los 7 días _____	41
Tabla N° 13. Resistencia a compresión del concreto a los 14 días _____	42
Tabla N° 14. Resistencia a compresión del concreto a los 28 días _____	43
Tabla N° 15. Resumen de las resistencias a la compresión _____	44
Tabla N° 16. Resistencia a flexión del concreto a los 28 días _____	45
Tabla N° 17. Resumen de la resistencia a la flexión, 28 días _____	45
Tabla N° 18. Resistencia a la abrasión del concreto a los 28 días _____	46
Tabla N° 19. Resumen de la resistencia a la abrasión, 28 días _____	47
Tabla N° 20. Antecedentes y porcentajes usados sobre cenizas _____	48
Tabla N° 21. Porcentaje ideal de adición parcial de CTA _____	49
Tabla N° 29. Análisis de costo del concreto patrón por m ³ _____	51
Tabla N° 30. Análisis de costo del concreto con porcentaje óptimo por m ³ _____	51
Tabla N° 31. Diferencia de costos para el diseño de mezcla por m ³ _____	52
Tabla N° 32. Análisis de precio unitario del pavimento rígido por m ³ _____	52
Tabla N° 33. Diferencia de costos para el diseño de pavimento rígido _____	53

Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Puñado de ceniza gris _____	12
Figura 2: Árbol de Algarrobo _____	13
Figura 3: Componentes del concreto _____	14
Figura 4: Proceso del asentamiento del concreto – cono de abrams _____	16
Figura 5: Ensayo de la resistencia a compresión del concreto _____	17
Figura 6: Ensayo de la resistencia a flexión del concreto _____	18
Figura 7: Ensayo de la resistencia a abrasión del concreto _____	18
Figura 8: Corte transversal del pavimento rígido _____	19
Figura 9: Ecuación de la guía AASHTO 93 _____	20
Figura 10. Procedimiento de aplicación _____	25
Figura 11. Mapa del Perú _____	27
Figura 12. Mapa del departamento de Ayacucho _____	28
Figura 13. Distrito de San Juan Bautista _____	28
Figura 14. Empresa panificadora “Pan Caliente” _____	30
Figura 15. Leñas de Tallo de Algarrobo _____	31
Figura 16. Ingreso de las leñas al horno _____	31
Figura 17. Calcinación de las leñas _____	32
Figura 18. Termómetro dial _____	32
Figura 19. Horno artesanal _____	33
Figura 20. Ceniza de tallo de algarrobo _____	33
Figura 21. Curva granulométrica del AF _____	34
Figura 22. Curva granulométrica del AG _____	35
Figura 23. Gráfico al 0% de CTA _____	36
Figura 24. Gráfico al 5% de CTA _____	37
Figura 25. Gráfico al 8% de CTA _____	37
Figura 26. Gráfico al 12% de CTA _____	38
Figura 27. Asentamiento del concreto fresco _____	39
Figura 28. Contenido de aire del concreto fresco _____	40
Figura 29. Ensayo de resistencia a la compresión, 7 días _____	41
Figura 30. Ensayo de resistencia a la compresión, 14 días _____	42
Figura 31. Ensayo de resistencia a la compresión, 28 días _____	43
Figura 32. Resumen de las resistencias a la compresión _____	44
Figura 33. Ensayo de resistencia a la flexión, 28 días _____	46
Figura 34. Resumen de la resistencia a la abrasión, 28 días _____	47
Figura 35. Porcentajes óptimos de los antecedentes _____	49
Figura 36. Plano del Jr. Las Dalias, distrito de san juan bautista, Ayacucho_	53

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Porcentaje de absorción	15
Ecuación 2. Contenido de humedad.....	15
Ecuación 3. Contenido de aire	16
Ecuación 4. Peso unitario del concreto fresco.....	17

Resumen

La presente investigación tiene el objetivo de determinar la influencia de la ceniza del tallo de algarrobo en el concreto $f'c=210$ kg/cm² para el diseño de pavimento rígido. En la cual, se adicionó las dosificaciones del 0% (concreto patrón), 5%, 8% y 12% de ceniza.

Esta investigación es tipo aplicada, como parte metodológica, con un diseño cuasi experimental y desarrollado en base a un enfoque cuantitativo. Se realizó un total de 60 muestras: 36 probetas, 12 viguetas y 12 discos de concreto destinados al laboratorio para sus respectivos ensayos de compresión, flexión y abrasión del concreto. Para el diseño del pavimento rígido, se utilizaron los programas Excel - Ecuación AASHTO 93; y para su análisis estadístico de sus hipótesis, se usó el programa del SPSS, mediante el shapiro-wilk y Anova.

El porcentaje óptimo a utilizar se determinó de los ensayos de resistencias a compresión promedio durante los 28 días de curado: concreto patrón (0%) de 243 kg/cm², 5% de 247 kg/cm², 8% de 224 kg/cm² y 12% de 216 kg/cm². Concluyendo que el porcentaje óptimo, para desarrollar las propiedades mecánicas del concreto, es del 5% de adición parcial de ceniza de tallo de algarrobo en correlación al peso del cemento.

Palabras clave: Ceniza, pavimento rígido, concreto, dosificaciones.

Abstract

The objective of this research is to determine the influence of carob stem ash on concrete $f'c=210$ kg/cm² for the design of rigid pavement. In which, the dosages of 0% (pattern concrete), 5%, 8% and 12% ash were added.

This research is applied, as a methodological part, with a quasi-experimental design and developed based on a quantitative approach. A total of 60 samples were made: 36 specimens, 12 joists and 12 concrete discs destined for the laboratory for their respective concrete compression, bending and abrasion tests. For the design of the rigid pavement, the Excel programs - AASHTO Equation 93; and for the statistical analysis of its hypotheses, the SPSS program was used, through Shapiro-Wilk and Anova.

The optimal percentage to use was determined from the average compressive strength tests during the 28 days of curing: standard concrete (0%) of 243 kg/cm², 5% of 247 kg/cm², 8% of 224 kg/cm² and 12% of 216 kg/cm². Concluding that the optimal percentage, to develop the mechanical properties of concrete, is 5% partial addition of carob stem ash in correlation to the weight of cement.

Keywords: Ash, rigid pavement, concrete, dosages.

I. INTRODUCCIÓN

A **nivel internacional**, la buena construcción de pavimentos es muy importante, pero uno de los problemas que le afectaría serían los cambios climáticos y el mal empleo de la dosificación de materiales, de tal manera que dañan a la capa del concreto causando inconvenientes a su duración de periodo; como es el caso en el país de Brasil, el concreto es muy utilizado para las construcciones y diseño de pavimentos, en la cual se han observado que se encuentran deficientes, produciendo grietas y espaciamiento entre juntas, en cuyo caso se desarrolla en la parte media de la losa, como indican **(IZQUIERDO, IZQUIERDO, & RAMALHO, 2018)**. Además, desde la posición de **(PARICAGUÁN & MUÑOZ, 2019)**, menciona que el pavimento rígido no ha sido realizado de la forma adecuada en el país de Venezuela porque en algunas ciudades hay desconocimiento por parte de los consultores al momento de diseñar, a pesar de que tiene su reglamento actualizado. Por otra parte, **(MONTES, SEQUEIRA, ÁVILA, & AGUIAR, 2021)** manifiestan que últimamente, los pobladores costarricenses se han mostrado disgustados por la presencia de fallas y deterioros que presentan sus los pavimentos rígidos a causa de no considerar las condiciones típicas del país.

Igualmente, a **nivel nacional**, presentan problemas en la calidad del diseño de pavimentos donde se ha visto reflejado en deterioro de la superficie provocando gastos innecesarios en reparaciones y además dificultado el transporte de las actividades del comercio, turismo, entre otros; según **(SAAVEDRA & SARMIENTO, 2021)**. De acuerdo con **(TORIBIO & UGAZ, 2021)**, el mal mantenimiento de pavimentos afectan negativamente para el desarrollo de la ciudad de Chiclayo; esto se debe a que el diseño de pavimento no cumple con las especificaciones adecuadas y muchas veces se construye sobre suelos con niveles freáticos elevados, residuos de sal, fallas geológicas, etc., lo que reduce el tiempo de vida útil para el pavimento, problemas ambientales y también impide el transporte de elementos de agricultura. Además, como indica **(MARRUFO, 2019)**, en la ciudad de Lima, para un buen mejoramiento, se debe finalizar de formular e implementar un nuevo diseño de

pavimento debido a la falta de conocimiento de la construcción vial y la continuación de seguir utilizando métodos de construcción antiguos causando daños en las juntas, grietas, daños en la superficie, erosión, etc.

Por último, **a nivel regional**, el material más utilizado para construir pavimentos rígidos es el concreto. Debido al tráfico pesado, la superficie de la carretera está sujeta a compresión o flexión, y muchas veces se producen grietas por transmisión de carga, lo que hace que las personas se sientan incómodas al transitar. Por lo tanto, las fallas del pavimento rígido en Ayacucho son por la falta de resistencia y las deformaciones acumuladas; en algunas construcciones se produjeron por errores técnicos o fallas del concreto que comprometen al comportamiento del pavimento. Por consiguiente, en los últimos años, los pavimentos rígidos han empeorado ocasionado la congestión del tráfico y afectando negativamente al tránsito de los vehículos y al medio ambiente.

Según la **(ONU, 2016)**, presentan 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la Agenda 2030, para poner fin a la pobreza en todos los aspectos, puntualizando un buen desarrollo para la humanidad y el medio ambiente. Nuestra investigación realiza aportes al desarrollo sostenible, en cuanto a oportunidades laborales de calidad para el crecimiento económico (objetivo 8) y a inversiones en infraestructura (objetivo 9).

La propuesta para disminuir los efectos negativos que presentan los pavimentos deteriorados, sería un adecuado diseño de pavimento rígido con todos los parámetros establecidos por norma, según el método de AASHTO 93, y mejorando la calidad del concreto y optimizando su resistencia al adicionar parcialmente las cenizas del tallo de algarrobo.

De tal manera, dicho estudio sugirió, basándose en lo anterior, las siguientes preguntas, **problema general** ¿Cuál es el efecto de la ceniza del tallo de algarrobo del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el diseño del pavimento rígido, Jr. Las Dalias del distrito de San Juan Bautista, Ayacucho - 2023?. Asimismo, los **problemas específicos** ¿Cómo se puede obtener las cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido?, ¿Cuáles son las propiedades químicas de las cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido empleando concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$?, ¿Cuáles son las propiedades físicas de

los agregados y el diseño de mezcla del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con el aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido?, ¿Cuáles son las características físicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con el aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido?, ¿Cuáles son las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con el aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido?, ¿Cuál es el porcentaje ideal con el aumento parcial de ceniza de tallo de algarrobo del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para diseñar el pavimento rígido?, ¿Cuál es el espesor de la losa de concreto en el diseño de pavimento rígido empleando concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con el aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo? y ¿Cuál es la diferencia de los costos de la elaboración de mezcla y elaboración de pavimento rígido con el aumento parcial de ceniza de tallo de algarrobo empleando concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$?

Por lo tanto, tuvo una **justificación teórica**, porque se buscó conocer e incrementar el intelecto acerca de las propiedades que posee el concreto con la adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo, ya que su propósito es aportar, al conocimiento existente, un nuevo diseño de pavimento y se pueda utilizar como base para futuros proyectos e investigaciones. Según **(PANADERO, 2022)**, La ceniza de madera es un elemento o material obtenido mediante la calcinación de la madera, ésta contiene múltiples propiedades y minerales que conforman para la elaboración de variedades de productos. En ese sentido, mejoraría la resistencia del concreto a diseñar. De esta manera, el uso de este material mejorará las propiedades físico-mecánicas del concreto para un diseño adecuado de pavimento rígido. También se **justificó metodológicamente** porque se desarrolló la metodología de AASHTO-93 y cálculos matemáticos para su diseño, dada la confiabilidad de que este método es el más preciso para los diseños de losas de pavimentos rígidos. Siempre se tiene en cuenta que este método le dará un gráfico que requiere datos sobre dónde se pavimentará el CBR, ESAL, resistencia del concreto, tipos de módulos elásticos, tráfico y más. Además, presentó una **justificación técnica** porque tuvo el interés de mejorar el diseño del pavimento empleando un nuevo aditivo para el concreto para dar un mejor beneficio a los conductores y peatones, para que se puedan desplazar mejor en la carretera. El proyecto se **justificó socialmente** porque benefició a

los habitantes al emplear una nueva resistencia para mejorar el tiempo útil del diseño del pavimento, de esta forma, se evitó la acumulación de las aguas pluviales, polvo y seguridad vial; por consiguiente, aumentó la comercialización y producción de la ciudad de Ayacucho. Como penúltimo punto, fue de **justificación económicamente**, porque se buscó minimizar los costos incorporando un nuevo aditivo al concreto, disminuyendo la dosificación de cemento y aumentando su tiempo útil; por último, presentó una **justificación ambiental** porque se aplicó un aditivo ecológico en el nuevo diseño de pavimento rígido de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, de tal modo que aumentó su calidad y resistencia.

Su **Objetivo general**: Determinar el efecto de la ceniza del tallo de algarrobo en el concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para el diseño del pavimento rígido, Jr. Las Dalias del distrito de San Juan Bautista, Ayacucho-2023. Además, mencionado sus **objetivos específicos**: Identificar el procedimiento para la obtención de cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido empleando concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Identificar las características químicas de las cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido empleando concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Establecer las características físicas de los agregados y diseño de mezcla del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido. Determinar las características físicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido. Determinar las características mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido. Determinar el porcentaje ideal con aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para diseñar el pavimento rígido. Determinar el espesor de la losa de concreto en el diseño de pavimento rígido empleando concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo. Y estimar la diferencia de costos de la elaboración de mezcla y elaboración de pavimento rígido, entre el concreto patrón y el concreto con porcentaje óptimo con aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo.

Como **hipótesis general**: El aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo afecta de manera positiva al diseñar al pavimento rígido empleando concreto

$f'c=210$ kg/cm², Jr. Las Dalias del distrito de San Juan Bautista, Ayacucho-2023. Por otra parte, se especifican sus **hipótesis específicas**: La obtención de cenizas del tallo de algarrobo afecta positivamente para diseñar el pavimento rígido empleando concreto $f'c=210$ kg/cm². Las propiedades químicas de las cenizas del tallo de algarrobo presentan un efecto positivo para diseñar el pavimento rígido empleando concreto $f'c=210$ kg/cm². El aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo afecta positivamente en las características físicas de los agregados y diseño de mezcla del concreto $f'c=210$ kg/cm² para diseñar el pavimento rígido. La adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo afecta positivamente en las características físicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² para diseñar el pavimento rígido. La adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo afecta positivamente en las características mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² para diseñar el pavimento rígido. El porcentaje ideal en la adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo afecta positivamente en el concreto $f'c=210$ kg/cm² para diseñar el pavimento rígido. El espesor de la losa de concreto afecta positivamente en el diseño de pavimento rígido empleando concreto $f'c=210$ kg/cm² con aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo. Y el diseño de mezcla y diseño de pavimento rígido añadiendo parcialmente de ceniza de tallo de algarrobo afecta positivamente en la diferencia de costos del pavimento rígido.

II. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de dicho estudio, se utilizaron trabajos de investigación de muchos años anteriores, tales como sus **antecedentes internacionales** dan a conocer a **(FIGUEIREDO, 2018)**, de Brasil, en su proyecto tiene como **objetivo**, evaluar el desempeño al aplicar la ceniza de tallo de bambú (*bambusa vulgaris*) como sustituto porcentual al cemento. Tiene como **metodología**, experimental cuantitativa. Se tuvo como **resultado**, de las proporciones utilizadas para la ceniza de 0%, 6%, 10% y 14%; las siguientes resistencias a compresión de 26.52 Mpa al 0%, 30.59 Mpa al 6%, 29.38 Mpa al 10% y 31.21 Mpa al 14%, después de 28 días del curado de muestras; de tal manera que se **concluyó** que la proporción óptima para el mejoramiento de la resistencia a compresión fue el de 6% de ceniza.

Según **(ALVARADO, ANDRADE, & HERNANDEZ, 2016)**, de El Salvador, presenta como su **objetivo**, verificar la resistencia de compresión al concreto que es sustituido parcialmente por ceniza del bagazo obtenida de la caña de azúcar. Además, su **metodología** posee un carácter experimental, donde los **resultados** se efectuaron al utilizar ciertas dosificaciones porcentuales; en la cual, las resistencias a los 28 días fueron las siguientes respectivamente, 285.98 kg/cm² del concreto patrón 0%, 232.1 kg/cm² del 5%, 216.4 kg/cm del 10%, 186.9 kg/cm² del 15% y 179.5 kg/cm² del 20%. Se **concluyó** que al añadir parcialmente el 5% de dicha ceniza, resulta ser el máximo porcentaje para perfeccionar la resistencia del concreto.

De la misma manera, **(SOUZA, FRANCO, SCHWANTES, MORALES, & BARRETO, 2019)** de Brasil, en su artículo científico, su **objetivo** fue el uso de la madera de eucalipto con su ceniza obtenida (EWA) como sustituto parcial al concreto. La **metodología** es experimental; se obtuvo como **resultado** la optimización, utilizando treinta probetas cilíndricas que contenían 5%, 10%, 15% y 20% de EWA moldeadas a los 7, 28 y 56 días. **Concluyó** que la resistencia a su compresión de dichas muestras no mostró un comportamiento positivo con respecto a los diferentes porcentajes de EWA aplicados. Sin embargo, las

diferentes muestras de concreto presentaron resistencias a la compresión crecientes con el tiempo, como era de esperar.

De acuerdo con **(MOCHA & PALACIOS, 2022)**, de Ecuador, en su investigación manifiesta como **objetivo**, sustituir un porcentaje de cemento con la agregación de cenizas de cascarilla de arroz (CCA) para hallar la resistencia en el proceso de diseño de pavimento. Su **metodología**, es experimental y de enfoque descriptivo, de modo que se obtuvo como **resultados** para diseño de mezclas se utilizó los porcentajes 5% para resistencia de 248,06 kg/cm², 8% en una resistencia de 252,08 kg/cm², 10% en una resistencia de 260,56 kg/cm² y 13% en una resistencia de 282,30 kg/cm² del aditivo CCA, de manera que se **concluyó** que su mejor porcentaje es del trece por ciento del CCA.

Como manifiesta **(CAIZA, 2017)** de Ecuador, en su proyecto tiene como **objetivo**, comparar la resistencia a la compresión entre el hormigón de 240 kg/cm², hormigón adicionando partículas micro sílice y hormigón adicionando cenizas de cáscara del trigo. Como **metodología**, es experimental y descriptivo. Sus **resultados** obtenidos fueron las resistencias promedio a los 28 días; con adición parcial de micro sílice al 0% = 244.31 **Kg/cm²**, 7% = 382.54 **Kg/cm²**, 11% = 445.84 **Kg/cm²** y 15 % = 464.30 **Kg/cm²**; con aumento parcial de ceniza de cascara del trigo al 0% = 244.31 **Kg/cm²**, 20% = 212.11 **Kg/cm²**, 24% = 181.31 **Kg/cm²** y 28% = 146.19 **Kg/cm²**. Se **concluyó** que no existe mejoras a la resistencia de dicho concreto adicionando parcialmente de ceniza en relación al diseño de 240 **Kg/cm²**. En cambio, con la adición de micro sílice sí se demuestra cambios positivos.

En otros idiomas. As indicated by **(PAULOSE & BABU, 2021)** from India, in their research the **objective** is analyse the efficiency of concrete with partial addition of banana stem ash in terms of strength and durability properties. The **methodology** is experimental, its **result** showed the percentage the variation of the replacement of cement by banana stem ash for 0%, 5%, 10%, 15% and 20%, where the compressive strengths were of 30.55, 32.14, 35.03, 29.16 y 28.26 Mpa respectively to 28 days of curing; therefore, it **concluded** the optimal dosage was 10% replacement of the cement by banana stem ash.

According to **(ANIK, KATHIRVEL, & MURALI, 2018)** from India, the **objective** of this article is to investigate the feasibility of using Prosopis juliflora ash (PJA) as a cementing material, partially replacing cement and to improve the mechanical properties in the concrete. Its **methodology** is experimental. The **results** show the use of four dosage percentages to 0%, 10%, 20%, 30% and 40% for the partial addition of ash; whose given resistances were 23, 24, 22.5, 18.5 and 16.5 Mpa respectively to 28 days. So that it was **concluded** for mixes with 10% cement replacement with PJA, there was an increasing to compressive strengths of 6% compared to the standard mix.

As expressed by **(SOUZA, FRANCO, SCHWANTES, MORALES, & BARRETO, 2019)** from Brazil, in his scientific article, his **objective** is of using in natural Eucalyptus Wood Ash (EWA) as to admixture in the concretes. The **methodology** is experimental; it was obtained as **results** of the optimization using thirty cylindrical specimens containing 5%, 10%, 15% and 20% of EWA were molded to the ages of 7, 28 and 56 days. So, It was **concluded** that the concretes compressive strength demonstrated no systematic behaviour regarding the different percentages of EWA applied. Though, the different concretes presented increasing compressive strength with time, as expected.

As indicated by **(MILDAWATI, PURI, & HANDAYANI, 2022)** from Indonesia, in their research the **objective** to use the corn stalk ash (CSA) as a substitution to the cement in concrete for the rigid pavement. The experimental and correlational **methodology**, its **result** was when applying the dosage of the CSA content percentages that varied in 0, 3, 5, 7 and 9% for the 28 days, whose compressive strengths were 32 Mpa, 32.6 Mpa, 33.1 Mpa, 33.8 Mpa and 32.9 Mpa respectively; therefore, it **concluded** the optimum content was 7% and resulted in an 8.0% and 6.9% increase in compressive and tensile strengths.

According to **(CHANDRASEKARAN, 2020)** from India, in their research, the **objective** is to replace a percentage of cement with the addition of dry bamboo ash (DBA) to determine the mechanical characteristics of concrete. Its **methodology** is experimental. As **results** it was obtained that with the conventional concrete of 20, 30 and 40% of the Dry Bamboo ash powder replaced with cement to make cubic samples for compressive strength, cylindrical samples

for traction and joist samples for bending. So that it was **concluded** which with 20% addition of bamboo ash exceeds the compression tests at 37 N/mm² and tensile tests at 5.2 N/mm² for 28 days.

Así mismo, para los **antecedentes nacionales**, según **(CHUQUIHUACCHA & MALCA, 2022)** de Ancash, presenta como **objetivo** desarrollar la influencia al sustituir el cemento para el uso de diferentes porcentajes de ceniza de madera del pino en 0% (concreto patrón), 5%, 10% y 15% para concreto de $f_c=210\text{kg/cm}^2$. La **metodología** que presentó fue de diseño cuasi experimental y tipo aplicada; para los **resultados**, se realizó una serie de ensayos a compresión simple en los 28 días, donde se obtuvo los valores promedios de 335 kg/cm² para 0%, 304 kg/cm² para 5%, 220.25 kg/cm² para 10% y 167.50 kg/cm² para 15%. Posteriormente, se **Concluyó** que las dosificaciones de 5% y 10% superan la resistencia del diseño de 210 kg/cm², pero no superan al porcentaje de dosificación del concreto patrón, siendo el 5% que más se aproximó.

Como menciona **(PEREZ, 2017)** de Chimbote, en su proyecto tiene como **objetivo** de establecer la resistencia del concreto 210kg/cm² al sustituir cemento por cenizas de tronco de eucalipto con dosificaciones de 4% y 8%, su **metodología** es experimental y aplicada, sus **resultados** muestran las resistencias promedias de 223 kg/cm² al 4% y 239 kg/cm² al 8%, resistencias promedio a los 28 días. Se **Concluyó** que efectivamente mejoran la resistencia al concreto al utilizar las dosificaciones de 4% y 8% de ceniza, donde la sustitución del 8% de ceniza trabaja mejor que la sustitución del 4%.

Para **(FLORES, 2022)** de Ancash, en su proyecto presentó como **objetivo** la determinación de la resistencia del concreto 210 kg/cm² sustituyendo al cemento por la combinación de cenizas de eucalipto y de molle, su **metodología** es experimental de enfoque cuantitativo y aplicada. Su **resultado** presentó 2 experimentos, una fue la incorporación de (2% molle más 3% eucalipto), y la otra de (3% molle más 2% eucalipto); en la cual, el concreto experimental 1 presentó la resistencia promedio de 179 kg/cm² y con el concreto experimental 2 presentó la resistencia promedio de 217 kg/cm². Además, la resistencia para el 0% (concreto patrón) fue de 222.33 kg/cm². Finalmente, se **concluyó** que ambos

experimentos no lograron superar al concreto patrón, rescatando que el experimento 2 logra superar al concreto de 210 kg/cm², pero no al concreto patrón.

Según **(BERNAOLA & GUARDAPUCLLA, 2021)** de Cusco, en su proyecto presenta como **objetivo** de analizar la influencia de la ceniza del tronco de eucalipto en sus propiedades físicas y mecánicas del concreto de 210 kg/cm², su proyecto usa una **metodología** cuasi experimental y de tipo aplicada. Su **resultado** determina una muestra de concreto patrón de 0% más tres muestras para los porcentajes de 5%, 9% y 13% de cenizas de dicho aditivo; en la cual, al realizar la ruptura de concretos en los 7 días de curación, presentó como resistencias a la compresión y flexión promedio de 148.13 kg/cm² y 3.83 Mpa para 0%, 149.11 kg/cm² y 3.98 Mpa para 5%, 149.96 kg/cm² y 4.21 Mpa para 9% y 146.03 kg/cm² y 3.2 Mpa para 13%, respectivamente. Se **concluyó** que, sustituyendo parcialmente por la ceniza de dicho tronco, en los porcentajes y dosificaciones al 5% y 9%, demostró un aumento en su resistencia, tanto para la compresión y flexión, pero se disminuyen aquellas resistencias al sustituir en un 13%.

Como plantea **(CHÁVEZ, 2017)** de Chimbote, en su informe presenta como el **objetivo** de empleo de ceniza de caña (tallo y hojas) en la creación de un concreto para determinar las cualidades físico-mecánicas; su investigación es de **metodología** cuantitativa y cuasi experimental. Su **resultado** muestra el aumento de su resistencia a compresión de 274.48 kg/cm² con una dosificación de 4% y 241.70 kg/cm² con otra dosificación de 8%. Se **concluyó** que se generó mejoras óptimas en la calidad de dicho concreto con la adición parcial de ceniza al 4% en relación al peso del cemento.

También sus **antecedentes regionales**. Según **(MENDEZ, 2022)**, cuyo **objetivo** es evaluar y determinar la resistencia del concreto adicionando cenizas de aserrín del eucalipto. Su **metodología** es aplicada, de diseño cuasi experimental y en el enfoque cuantitativo. Como **resultado** determinó 36 muestras cilíndricas para dosificaciones de 0%, 3%, 5% y 7%; en la cual, cuyas resistencias a compresión simple fueron de 321 kg/cm² para 0%, 337 kg/cm² para 3%, 291 kg/cm² para 5% y 283 kg/cm² para 7% de ceniza; de tal manera, se **concluyó**

que para el 3% de ceniza, su resistencia se incrementa; para 5% y 7% disminuyen su resistencia.

Teniendo en cuenta a **(ALFARO, 2019)**, en su proyecto tuvo como **objetivo** perfecciona la resistencia a la compresión del concreto simple adicionando parcialmente cenizas de chala de maíz en un 5%, 10%, 12.5%, 15%, 17.5% y 20% frente a un 0% (concreto patrón). Su **metodología** es aplicada, enfoque es cuantitativa y diseño experimental. Su **resultado**, de las 84 probetas en total para los 7, 14, 21 y 28 días, se determinó las siguientes resistencias a compresión promedio: 267.85 kg/cm² al 0% (concreto patrón), 280.52 kg/cm² al 5%, 296.15 kg/cm² al 10%, 324.36 kg/cm² al 12.5%, 310.52 kg/cm² al 15%, 284.71 kg/cm² al 17.5% y 254.85 kg/cm² al 20%; por lo tanto, se **concluyó** que la resistencia obtenida adicionando cenizas de chala de maíz al 12.50%, generó un incremento del 21.10% en relación al concreto patrón.

Como indica en su investigación **(BARBOZA, 2022)** su **objetivo** es estimar la influencia al añadir cenizas de hojas de palto para las características físicas y mecánicas en el concreto de 210 kg/cm². La **metodología** es de cuasi experimental y aplicada, su **resultado** es aplicando la dosificación de los porcentajes de 0%, 4%, 8%, 10% y 12% de ceniza en relación a la masa del cemento; en la cual, las resistencias promedio a compresión obtenidas fueron de 361.7 kg/cm², 366.8 kg/cm², 367.7 kg/cm², 360.1 kg/cm² y 350.2 kg/cm² respectivamente, para los 28 días. Se **concluyó** que su óptima dosis fue al 8% de ceniza añadido, obteniendo mejoras en 1.65% más frente al concreto patrón.

Como variable independiente tenemos a la adición parcial de **Ceniza de tallo de algarrobo (CTA)**, cuya dimensión es la dosificación y con indicadores porcentuales de 0%, 5%, 8% y 12%. Según **(PANADERO, 2022)**, La ceniza de madera es un elemento o material obtenido mediante la calcinación de la madera, que puede ser en una chimenea o también en una estufa de leña. Esta ceniza contiene múltiples propiedades y minerales que conforman para la elaboración de variedades de productos.

Según **(GUZMAN, REYES, & MOLINA, 2020)**, menciona que la normativa ASTM C 618 clasifica a las cenizas por 3 tipos: Tipo F, si presenta bajo contenido en

calcio (menos del 10% de CaO), Tipo C a las que posee alto contenido de calcio y las de tipo N que son puzolanas naturales, como son las cenizas volcánicas.

De la misma manera, la norma ASTM C 618 -12a menciona que, si es de clase F la sumatoria de los componentes químicos ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) deben resultar un 70% mínimo, y como máximo debe presentar un 4% de SO_3 ; para diseños y construcción de estructuras.

Para **(ASTM, 2019)**, La normativa ASTM E1534-93, describe un método estándar de prueba con el objetivo de calcular el contenido de cenizas de madera expresada como porcentajes de residuos que se quedan después de la oxidación seca de combustibles de la madera.

En otra de las normativas, **(GONZALEZ, y otros, 2019)** menciona que la norma ASTM D 3174 determina el análisis de cenizas de carbón mediante una serie de procedimientos que determina su composición dependiendo de sus constituyentes inorgánicos.

Para esta investigación, la ceniza se definió como un residuo producto de la combustión de las leñas de tallo de algarrobo obtenidos en un horno artesanal de una empresa panificadora de Ayacucho, calcinado a una temperatura variable entre 400°C y 500°C durante 3 horas; en la cual, mediante el proceso de tamizado se obtendrá la ceniza pura, libre de grumos y carbones en exceso.

Figura 1: Puñado de ceniza gris

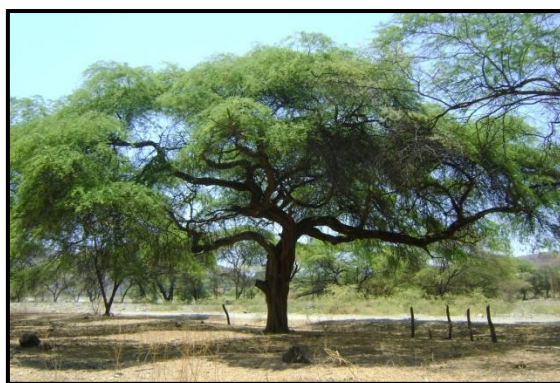


Fuente: Dreamstime

Algarrobo. Es uno de los bastantes árboles de madera que por lo general posee entre 4 a 16 m. de altura con espinas largas y rectas **(CALLE, 2014)**. Es uno de los árboles forestales imponentes que produce frutos grandes y muy duros que

contienen una pulpa comestible y semillas grandes. La pulpa de la fruta es alta en fibra, rica en antioxidantes y tiene una alta capacidad para absorber el agua. Es conocido también, porque posee propiedades antibacterianas, antifúngicas, antiparasitarias y también nutricionales debido a sus propiedades químicas y bromatológicas. Su gran cantidad de sustancias que se encuentran en las diferentes partes de esta planta constituyen una interesante fuente de investigación futura en cuanto a la adquisición de conservantes naturales.

Figura 2: Árbol de Algarrobo



Fuente: Ciencias.pe

Agua; Es otro elemento básico en la producción del hormigón. Este componente que permiten la lubricación intergranular existente, tanto se añade en forma de cemento, dando a la mezcla resultante una adecuada trabajabilidad. El agua no solo cumple una función lubricante, sino que también cumple una función química. Según muchos estudios, el agua reacciona con el cemento para formar una variedad de cristales, especialmente silicatos, que pueden producir una fuerza asombrosa.

Cemento; Según (NURTANTO, JUNAIDI, WAHYUNINGTYAS, & YUNARNI, 2020) mencionan que el cemento es un material de construcción, como ingrediente fundamental, cuya principal propiedad es el aumento de dureza y resistencia al ser aglutinado con los agregados y el agua. Esta propiedad lo hace muy útil para la construcción de todo tipo de edificaciones ya que además de endurecer al agua, también mantiene un estado líquido antes de endurecerse, lo que lo hace útil para formar elementos deseados.

Agregados; Según (CHIMAN, CHIMAN, SANABRIA, & CORREA, 2014), los agregados poseen propiedades geológicas y mecánicas que provienen de las rocas ígneas con características mineralógicas.

Entre ellas tenemos, **agregado fino (AF)**, donde la NTP 400.037 y ASTM C33 manifiestan que, es un producto que se produce por la desintegración de las rocas volcánicas que son pasantes del tamiz de $\frac{3}{4}$ " y retenidos en la malla número 200. Donde al combinar con el agregado grueso, cemento y agua formalizan para la elaboración del concreto. Es importante para el AF que no presente más de 5% de limos o arcilla y también como máximo un 1.5% material de orgánico. **Agregado grueso (AG)**, es un material que está compuesto por rocas graníticas, y también originados en las riberas fluviales o canteras naturales denominados y procesados posteriormente en piedra chancada. Así como los agregados finos, el agregado grueso no debe presentar más de un 5% de limos o arcillas y que a su vez no debe tener más de 1.5% de material orgánico. Estos agregados deben estar clasificados en mención acuerdo a las normas ASTM C33 y NTP 400.037.

Concreto; es la unión de materiales, entre ellas está la AF, AG, agua, y cemento, que sirve como aglutinante. El concreto se puede fabricar mezclando de forma homogénea: cemento, agua, arena y grava (UNKNOWN, 2009) .

Figura 3: Componentes del concreto



Fuente: Aceros Arequipa

Ensayos de laboratorio para agregados finos y agregados gruesos: **Granulometría;** la ASTM C33 y NTP 400.037, mencionan como la distribución de tamaño o diámetro de los agregados. Esto se clasifica mediante el análisis y la separación de una muestra de agregado en proporciones del mismo tamaño, utilizando una serie de tamices estandarizados.

Peso específico. Es correlación entre las partículas, el volumen y su peso, excluyendo a los vacíos entre ellas. El método estandarizado para su determinación en el laboratorio ha sido desarrollado por las normas ASTM C-127 y C128. El rango en los agregados comunes oscila entre 2,500 y 2,750 kg/m³, (PASQUEL, 1998).

Porcentaje de Absorción. Para (BASTIDAS, 2019), la capacidad de absorción varía de acuerdo al agregado, existen en los poros y la permeabilidad, se puede observar si pesamos las muestras de agregados en estado suelto (SSS) y totalmente secas para calcular la masa de agua que albergo el agregado. En la siguiente fórmula se va determinar.

Ecuación 1. Porcentaje de absorción

$$\% \text{ Absorción} = \frac{\text{Masa}_{SSS} - \text{Masa}_{seca}}{\text{Masa}_{seca}} \times 100$$

Contenido de humedad. Es la cantidad de agua en un agregado expresado en porcentajes de humedad y tiene el potencial de ser el máximo o mínimo que el porcentaje de absorción. Los agregados van a ser siempre húmedos, varían con el estado del tiempo y se debe calcular el contenido de humedad, para luego ser corregidas en la proporción de una dosificación. Ésta, se procesa con la siguiente fórmula.

Ecuación 2. Contenido de humedad

$$P\% = \frac{P_{mh} - P_{ms}}{P_{ms}} * 100$$

Donde:

Pmh: El Peso de muestra húmeda (%)

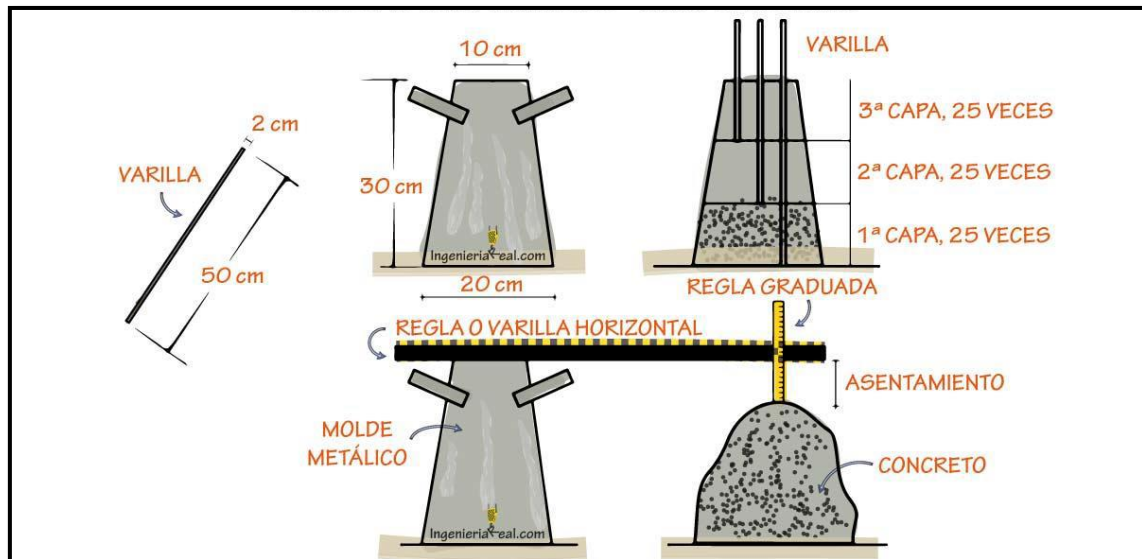
Pms: El Peso de muestra seca (g)

P (%): El Contenido de humedad (g)

Ensayos de laboratorio para el concreto fresco: **Asentamiento (Slump)**. Este ensayo está establecido por la norma ACTM C-143 y la NTP 339.035. En la cual, (CÉSPEDES, 2003) menciona que el asentamiento es la característica de concreto fresco; el cual, estima la cantidad de agua y la trabajabilidad del

mezclado, evaluándose así directamente, con facilidad y exactitud, hasta comenzar a fluir por fuerzas de la gravedad propia.

Figura 4: Proceso del asentamiento del concreto – cono de Abrams



Fuente: Ingeniería Real – Blog de Ingeniería Civil & Tecnología

Contenido de aire. Como afirma (COTECNO, 2022), es el proceso mediante el cual se mide por el método de presión de aire que se basa en los principios usados por la Ley de Boyle, donde afirma, que la relación de la presión con el volumen del gas será inversa. Según la NTP 339.081, se calculará, el contenido del aire, utilizando la siguiente fórmula.

Ecuación 3. Contenido de aire

$$A = W + A_R - C$$

Donde:

A = Contenido de aire (%)

W = Número de copas calibradas añadidas de agua al medidor

Ar = Lectura final del medidor (%)

C = Factor de corrección (%)

Peso unitario. Es una masa de volumen en el concreto fresco para su contenido de un m³ (Kg/m³) (BACA & BAZÁN, 2022). Para calcular dicho peso unitario, se hará el uso de la fórmula a continuación.

Ecuación 4. Peso unitario del concreto fresco

$$P. U. C_{fresco} = \frac{(W_b - W_{me}) - W_b}{Vol.}$$

Donde:

Wb = El Peso de envase (kg)

Wme = El Peso de amasado (kg)

Vol. = El Volumen de envase (m3)

Ensayo de compresión. En base a la NTP 339.034. Para **(CEMEX, 2019)**, afirma como principal propiedad la capacidad del concreto endurecido para soportar una carga axial por unidad de superficie (esfuerzo de compresión); ésta se conoce como resistencia a la compresión, expresado generalmente en kg/cm2, MPa y de vez en cuando en lb/in2 (psi).

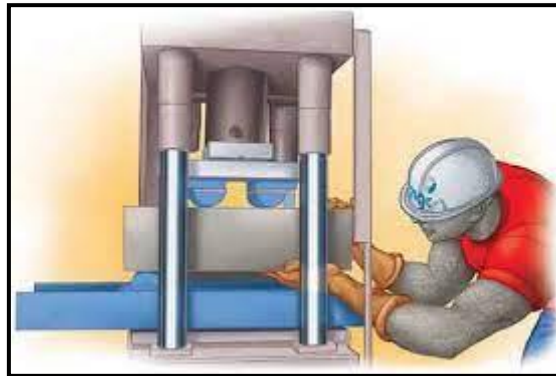
Figura 5: Ensayo de la resistencia a compresión del concreto



Fuente: IMCYC

Ensayo de flexión. En base a la NTP 339.078. Para **(NRMCA, 2017)**, es la falla por momento de una estructura ejerciendo la resistencia a la flexión a través de la aplicación de cargas mediante una prensa hidráulica. Para determinar dicha resistencia, se utilizan las técnicas de ensayo ASTM C78 (cargado en el punto de los tercios) o ASTM C293 (cargado en el punto medio) y puede representarse como Módulo de Ruptura (MR) en libras por pulgada cuadrada (MPa).

Figura 6: Ensayo de la resistencia a flexión del concreto



Fuente: IMCYC

Ensayo de abrasión. En base a la norma internacional ASTM C-779, es un método de ensayo que realizan a las muestras de concretos; en la cual, se determina su desgaste que pueden ser por la rotación de algunas pelotas de acero, discos bajo presión sobre una superficie o también ruedas de afilar. Para **(EDDY, 2011)**, los resultados al realizar los ensayos mencionan que la resistencia producidas por la abrasión, está relacionada intensamente con la resistencia a la compresión, respecto al concreto. De tal manera que, un concreto con una alta resistencia a la compresión posee mayor resistencia a la abrasión mencionada.

Figura 7: Ensayo de la resistencia a abrasión del concreto

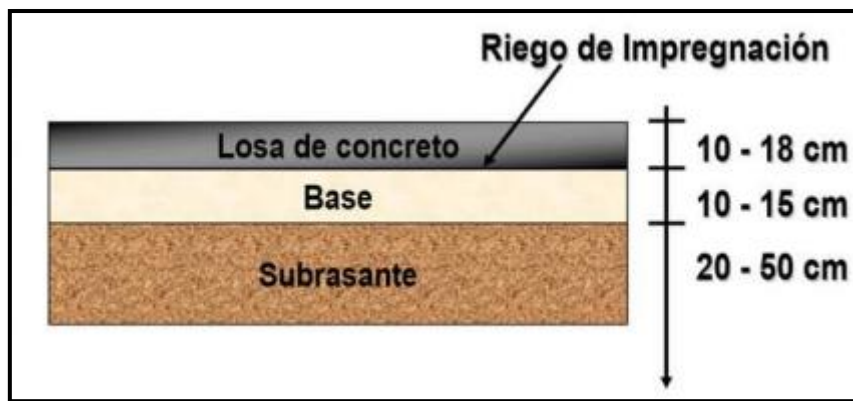


Fuente: MATESLAB SAC.

Pavimento rígido. Es una estructura vial compuesta de subrasante, sub base granular y concreto hidráulico destinado al tránsito vehicular y soporte eficiente

de cargas transmitidas. Debido a sus ventajas, que incluyen resistencia, textura, drenaje, seguridad, visibilidad, mantenimiento, iluminación, rentabilidad y otros elementos, los pavimentos rígidos son un excelente sustituto de la construcción de nuevas carreteras. Los pavimentos rígidos están formados por una capa (losa) de concreto de cemento portland que se asienta sobre una capa de base de grava y una capa de subrasante de suelo compactado. (GIORDANI & LEONE, 2019).

Figura 8: Corte transversal del pavimento rígido



Fuente: Sistema Nacional de Inversión Pública

Los componentes del pavimento rígido; permiten la acción mecánica de la estructura; permite la transferencia de cargas desde la superficie de rodadura con capas inferiores que posee su estructura. Tenemos lo siguiente: **losas de hormigón;** que es la capa superior de un pavimento rígido donde las tensiones se dispersan por la rigidez, haciendo que solo una fracción de la fuerza se transmite a las capas inferiores como a la base o sub base y a la subrasante. **Base o Sub base;** ésta es la capa principal que soporta los componentes del pavimento. Por otro lado, estas capas también tienen la función de drenar el agua para proteger su estructura superficial y controlar el oleaje de agua. **Subrasante;** Es la capa natural del suelo sobre la que descansa el pavimento. Cuyo propósito es proporcionar la estabilidad necesaria para el camino, ya que es el suelo que sostiene toda la estructura del pavimento.

Como variable dependiente tenemos al **Diseño del pavimento rígido,** cuyas dimensiones son las propiedades físico-mecánicas del concreto, e indicadores como asentamiento, peso unitario, contenido de aire, resistencias a la

comprensión, flexión y abrasión. Para realizar dicho diseño, existen métodos muy conocidos como son el método de ACI, el método de AASHTO 93, etc.; en la cual, cuyos objetivos son la determinación y análisis de los espesores de su estructura. Desde una perspectiva de diseño, se deben seguir parámetros tales como tráfico (ESAL), resistencia del concreto ($f'c$), serviciabilidad (ΔPSI), módulo de ruptura ($S'c$), módulo de elasticidad (E_c), coeficiente de resistencia a la subrasante (K_c), coeficiente de drenaje (C_d), coeficiente de transferencia de carga (J), confiabilidad (R) y desviación estándar (S_o). Para así, producir un buen diseño de pavimento, asegurar un buen desempeño mecánico y minimizar la aparición de defectos en la superficie.

Figura 9: Ecuación de la guía AASHTO 93

The diagram shows the AASHTO 93 design equation for rigid pavements, with various terms labeled as follows:

- Desviación Estándar Normal**: Points to Z_r .
- Error Estándar Combinado**: Points to S_o .
- Tráfico**: Points to E_{18} .
- Serviciabilidad Final**: Points to pt .
- Esesor**: Points to D .
- Diferencia de Serviciabilidad**: Points to ΔPSI .
- Módulo de Ruptura**: Points to $S'c$.
- Coeficiente de Drenaje**: Points to C_d .
- Coeficiente de Transferencia de Carga**: Points to J .
- Módulo de Elasticidad**: Points to E_c .
- Módulo de Reacción**: Points to k .

$$\log_{10} (E_{18}) = \left\{ \begin{array}{l} Z_r \times S_o + 7.35 \times \log_{10} (D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} \\ + (4.22 - 0.32 \times pt) \times \log_{10} \left[\frac{S'c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}} \right]} \right] \end{array} \right.$$

Fuente: Diseño AASHTO 93 para pavimentos rígidos

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: El estudio fue considerado de tipo **aplicada**, ya que su objetivo fue de cambiar, variar y/o producir transformaciones para predecir un comportamiento particular, en este caso sería lo cambios del diseño de pavimento rígido empleando un concreto de 210 kg/cm² con aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo.

Diseño de investigación: El proyecto se consideró de diseño **cuasi experimental**, ya que los grupos o diseños de trabajo no fueron destinados al azar, la variable independiente fue manipulado para ver qué efecto transmite sobre la variable dependiente en situaciones controladas.

Nivel de investigación: Para el estudio se consideró un nivel **explicativo** porque se va relacionar la causa con el efecto; en este caso, la ceniza con el diseño final del pavimento rígido. También describe el problema e intenta encontrar el fundamento del mismo.

Enfoque de investigación: Dicha investigación tuvo un enfoque **cuantitativo**, su caracterización es perseverar la lógica deductiva y empírica que se basa en el uso de rigurosos procedimientos, métodos experimentales y técnicas estadísticas para recolectar los datos.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo

Variable dependiente: Diseño del Pavimento Rígido

En anexo N°01 se especificó la matriz de operacionalización de variables.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: según **(CARRASCO, 2006)**, es el conjunto de todas las unidades de análisis destinados para su investigación, en este caso.

La población uno fue el jr. Las Dalias del Distrito de San Juan Bautista - Ayacucho.

La población dos fue la cantidad de 36 probetas para compresión, 12 discos de concreto para abrasión y 12 viguetas para flexión que se realizará en laboratorio de suelos.

Muestra: Para **(TOLEDO, 2023)** , una muestra se define como una parte o sub grupo de la población. Se caracteriza como una porción de una población; para este estudio, se consideró el Jr. Las Dalias del Distrito de San Juan Bautista, provincia y departamento de Ayacucho. Según la descripción:

La muestra uno se tomó 325 metros de longitud, comprendido desde el tramo 0+000 km hasta 0+325 km, en el Jr. Las Dalias.

La muestra dos fue la cantidad de 36 probetas cilíndricas para compresión de 6 x 12 pulg.; 12 ensayos para abrasión, que consistirá en la elaboración de discos de concreto de 4 x 2 pulg. y 12 probetas prismáticas (viguetas) para el ensayo a flexión, cuyas medidas fueron de 15 cm. x 15 cm. x 50 cm.

Muestreo: Según **(CARRASCO, 2006)**, todos los elementos **de** una población pueden ser elegidos o no probabilísticamente para ser parte de una muestra.

En este estudio se presentó un muestreo de tipo No Probabilístico y a disposición de los investigadores las que fueron convenientes y elegidas intencionalmente. Se determinaron las siguientes muestras; el total de 36 probetas con un periodo de 7, 14 y 28 días hacia el concreto patrón y diseños experimentales de 5%, 8% y 12% de CTA. También, 12 ensayos de abrasión con un periodo de 28 días para el concreto patrón y diseños experimentales de 5%, 8% y 12% de CTA y 12 probetas prismáticas (viguetas) con un periodo de 7 y 28 días para el concreto patrón y diseños experimentales de 5%, 8% y 12% de CTA. Se mostrará en la siguiente Tabla N°01.

Unidad de análisis: Según **(ORTEGA, 2023)**, es la parte fundamental de una investigación para ser analizadas, en este caso pueden ser personas o cosas en las que se pueden medir. Para nuestra tesis se presentó como unidad de análisis a la probeta, vigueta y disco de concreto, cuyas dimensiones ya mostraron anteriormente.

Tabla N° 1. Ensayos de laboratorio para el concreto

Ensayo	MUESTRAS C° PATRÓN			MUESTRAS C° + CTA									Sub Total
	0%			5%			8%			12%			
Días	7	14	28	7	14	28	7	14	28	7	14	28	
Compresión (ASTM C-39)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
Flexión (ASTM C-78)	-	-	3	-	-	3	-	-	3	-	-	3	12
Abrasión (ASTM C-944)	-	-	3	-	-	3	-	-	3	-	-	3	12

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica recolección de datos: En dicha investigación los impactos sobre la variable dependiente se midieron y observaron mediante la observación directa como método de recogida de datos. Se desarrolló mediante fichas técnicas normadas para los ensayos estandarizados conforme a los requisitos del ASTM, guía de observación y fichas de recopilación de datos.

Instrumentos: Cuaderno de apuntes de datos, fichas en Excel, materiales de laboratorio (tamices, balanza electrónica, horno, tara, prensa hidráulica, máquina de los ángeles, moldes de probetas, etc.).

Validez: Resume, (**HERNANDEZ, FERNANDEZ, & BAPTISTA, 2014**), para que una investigación sea válida, tiene que ser verificado y certificado por unos expertos de la materia, para así respaldar la información de las variables medidas por un instrumento.

Para dicha investigación se contó con la validez y aprobación de 3 expertos firmados en los certificados de recopilación de datos.

Confiabilidad: Según **(HERNANDEZ, FERNANDEZ, & BAPTISTA, 2014)**, manifiesta que la confiabilidad de la investigación se base en que las muestras deben poseer resultados similares y coherentes.

Para dicha investigación se contó con un laboratorio especializado que posee equipos calibrados que cuentan con un certificado único para nuestro servicio.

3.5. Procedimientos

En este proyecto se diagnosticó la zona para poder efectuar el diseño del pavimento y acompañado de los ensayos del laboratorio con la adición parcial de las cenizas de tallo del algarrobo.

En primera instancia, se realizó la obtención de cenizas de tallo del algarrobo, de modo que se recurrió a una de las empresas panificadoras más conocidas de la región de Ayacucho, donde producen sus productos en un horno artesanal haciendo el uso de las leñas de algarrobo; en la cual, después de la combustión durante 4 a 5 horas con un rango de 350 °C a 450 °C, se procedió a reciclar los residuos de la leña convertidos en cenizas de tallo de algarrobo. Una vez ya recolectadas las cenizas para eliminar cualquier residuo adicional que pudiera estar presente en la escoria de las cenizas., se utilizó el tamizado.

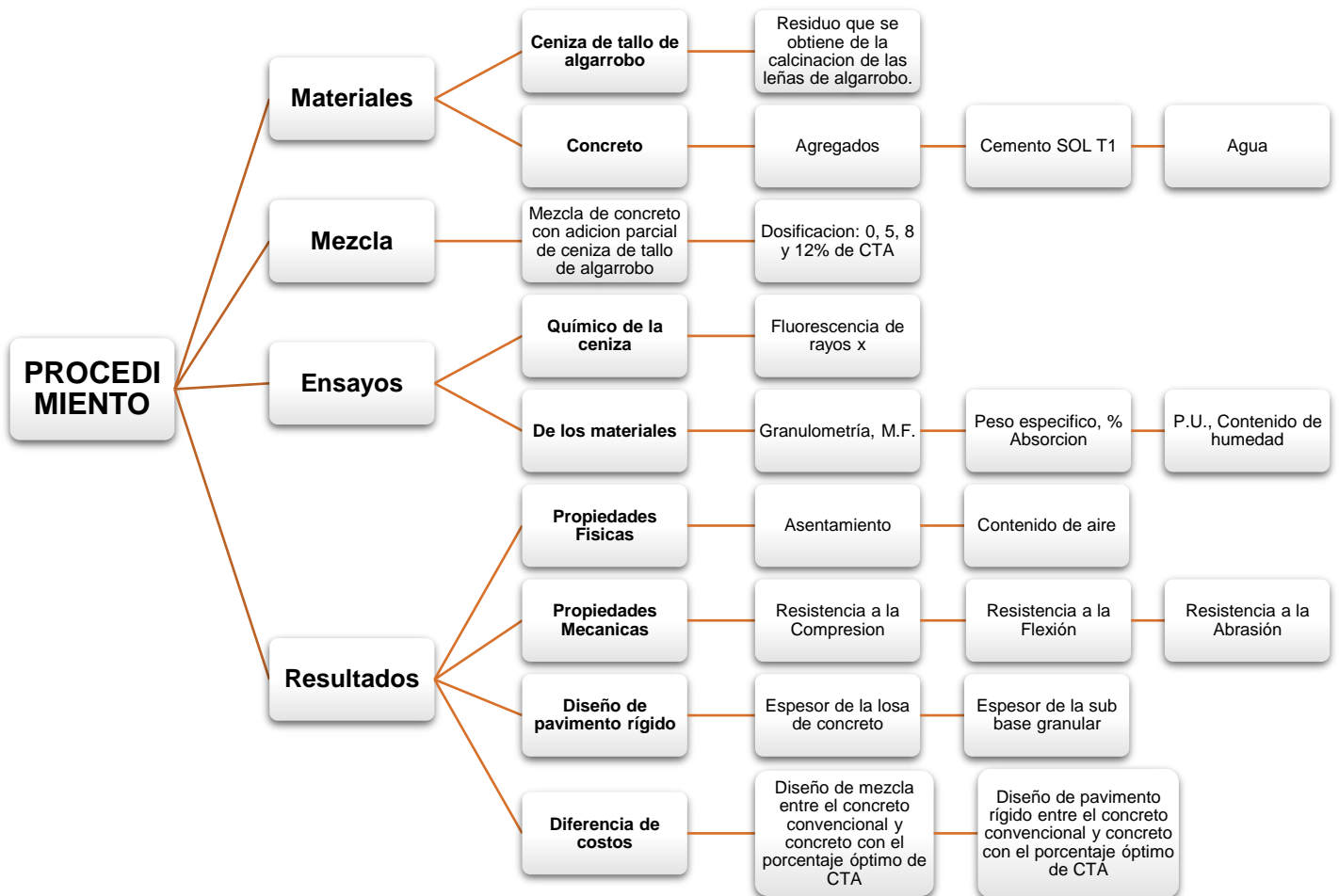
Luego, se procedió con la obtención de los AF y AG para trasladarlos al laboratorio y realizar los ensayos correspondientes de peso unitario, peso específico, granulometría, contenido humedad, etc.

Posteriormente, se realizó las siguientes muestras para los ensayos de concreto; con la totalidad de 36 probetas, con un periodo de 7, 14 y 28 días para el concreto patrón y diseños experimentales de 5%, 8% y 12% de CTA. También, 12 ensayos de abrasión con un periodo de 28 días para el concreto patrón y diseños experimentales de 5%, 8% y 12% de CTA y 12 probetas prismáticas (viguetas) con un periodo de 7 y 28 días para el concreto patrón y diseños experimentales de 5%, 8% y 12% de CTA.

A la par, Se descubrieron varios factores de diseño para pavimentos rígidos. como serviciabilidad, transferencia de carga, tráfico, CBR, coeficiente de drenaje, confiabilidad, propiedades de concreto, etc. Todo esto según el método de AASHTO 93.

Finalmente, al obtener el porcentaje óptimo de CTA, se procedió a determinar las medidas de las capas del pavimento rígido y estimar la diferencia de los costos entre el diseño óptimo de mezcla añadiendo CTA y el diseño de mezcla convencional, con respecto al diseño de pavimento rígido.

Figura 10. Procedimiento de aplicación



Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de análisis de datos

Según **(STEDMAN, 2021)**, menciona que el método para analizar los datos está enfocado en los procesos donde el investigador desarrolla para establecer los objetivos planteados en su investigación y obtener conclusiones precisas.

Para esta investigación, la información y la base de datos se obtuvo mediante la prueba de los ensayos de laboratorio y posteriormente ser procesados computacionalmente mediante programas como Microsoft Word 2016, Microsoft Excel 2016, SPSS y S10 de costo y presupuesto. Cuya finalidad fue establecer las características físico-mecánicas del concreto con el aumento parcial de cenizas de tallo de algarrobo y su diseño final del pavimento rígido con el método de AASHTO 93.

3.7. Aspectos éticos

La investigación recopiló información de varios autores, de sus opiniones fueron citados de acuerdo con la norma ISO 690. El proyecto se ejecutó de forma correcta con el mayor rigor y prudencia, cumplir con todos los parámetros de investigación del proyecto, los códigos de construcción nacionales y las normas técnicas; y para su originalidad de la investigación se sometió a una herramienta del % de similitud de anti plagio llamado turnitin.

IV. RESULTADOS

Descripción de Proyecto

La presente investigación se tomó como referencia a un proyecto que se ha ejecutado en la ciudad de Ayacucho, cuyo nombre del proyecto fue “CREACIÓN DE PISTAS Y VEREDAS EN LAS CALLES DE LA ASOCIACIÓN MIRAFLORES SECTOR I, LOS MECÁNICOS DE TOROHUICHCCANA Y SAN MELCHOR DE TOROHUICHCCANA DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA - PROVINCIA DE HUAMANGA - DEPARTAMENTO DE AYACUCHO – I ETAPA”. De esta manera, se pudo obtener algunas referencias y parámetros para desarrollar nuestra investigación mencionada anteriormente.

Ubicación del Proyecto

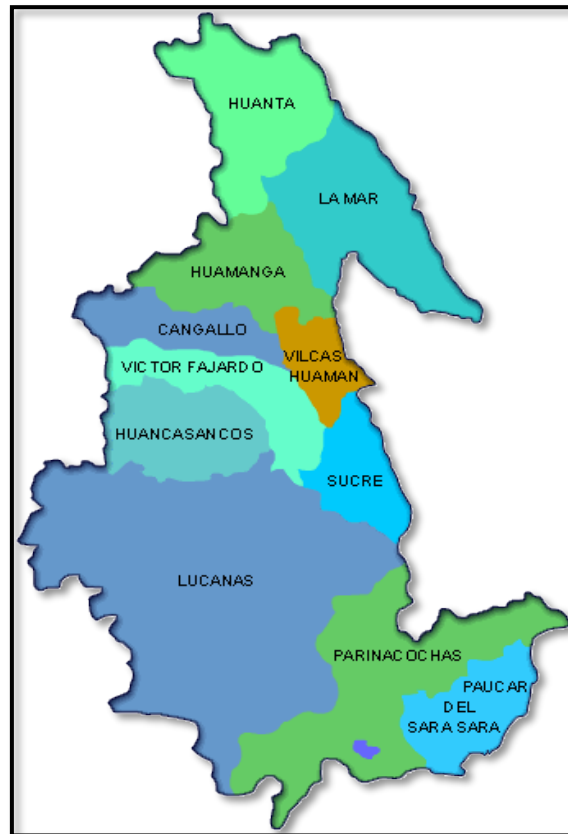
La ciudad de Huamanga es donde se sitúa este proyecto, del departamento de Ayacucho a una altitud de 2760 m.s.n.m.

Figura 11. Mapa del Perú



Fuente: Google

Figura 12. Mapa del departamento de Ayacucho



Fuente: Google

Figura 13. Distrito de San Juan Bautista



Mapa Provincial de Huamanga

Fuente: Google

Ubicación Geográfica

- Localidad : Huamanga
- Provincia : Huamanga
- Departamento : Ayacucho
- Coordenadas : 586721.9 Este, 8543207.3 Norte
- Altitud : 2760 m.s.n.m.

Ubicación Cuadrícula:

Al sureste de la provincia de Huamanga se encuentra el distrito de San de Bautista, que tiene como coordenadas latitud de 13°10'35.41" sur y 74°11'59.07" oeste, a una altitud de 2760 m.s.n.m.

Características generales:

El distrito de San Juan Bautista, se caracterizan por presentar una topografía llana con geografía poco accidentada y un relieve poco variado. Cuya altitud es de 2760 m.s.n.m.

Presenta poca cobertura vegetativa con suelo árido, aluvial y limoso, que son suelos fluviales poco profundos por encontrarse cerca a la quebrada Chaquihuaycco.

Ayacucho es de clima templado, con lluvia y amplitud térmica moderada que promedia los 17,5°C durante el año.

El proyecto se ubica en La Asociación Miraflores Sector I, en el centro de salud de Miraflores. Su llegada es desde la Plaza Mayor del centro de Huamanga-Ayacucho, por la altura de Canaán Bajo, Jr. Arequipa, Puente Nuevo, Ramón Castilla, Avenida Cusco y Av. Venezuela; hasta el Jr. José Carlos Mariátegui.

Actividad Económica. En La Asociación Miraflores Sector I, gran porcentaje de la población tiene plasmada sus expectativas laborales en comercio, construcción, transporte, agricultura en zonas rurales, mientras que el resto son empleados públicos.

Otras actividades y servicios. La educación como también la salud lo realizan en las cercanías que se encuentran dentro del radio urbanístico del distrito de San Juan Bautista.

La zona del proyecto cuenta con redes de agua y saneamiento en su totalidad, sobre todo en La Asociación Miraflores Sector I, los cuales actualmente se encuentran en buen estado de funcionamiento.

RESULTADO DE LOS OBJETIVOS DESARROLLADOS:

Objetivo Especifico 1. Identificar el procedimiento para la obtención de cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido empleando concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

- En primera instancia, para realizar la obtención de cenizas de tallo del algarrobo se recurrió a una de las empresas panificadoras más conocidas de la zona de Ayacucho, donde producen sus productos en un horno artesanal haciendo el uso de las leñas de algarrobo, que son proveídos por los lugareños del campo.

Figura 14. Empresa panificadora “Pan Caliente”



Fuente: Elaboración propia

- Después, se colocó las leñas de algarrobo dentro del horno artesanal de la panadería para el proceso de calcinación.

Figura 15. Leñas de Tallo de Algarrobo



Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Ingreso de las leñas al horno



Fuente: Elaboración propia

- Por consiguiente, se esperó a que se consuman las leñas durante el proceso de calcinación en un aproximado de 4 a 5 horas para luego realizar la toma de temperatura mediante un termómetro dial, donde se llegó hasta los 440 °C.

Figura 17. Calcinación de las leñas



Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Termómetro dial



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 2. Obtención de la ceniza de tallo de algarrobo

Temperatura	440 °C
Tiempo de calcinación	4 – 5 horas

Fuente: Elaboración propia

- Finalmente, después del enfriado del horno, se recolectó las cenizas de tallo de algarrobo, para luego enviarlas al laboratorio para sus ensayos químicos. Pero no sin antes, ser tamizados y separados de cualquier otro residuo que podría estar dentro de las escorias.

Figura 19. Horno artesanal



Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Ceniza de tallo de algarrobo



Fuente: Elaboración propia

Objetivo Especifico 2. Identificar las características químicas de las cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido empleando concreto $f'c=210$ kg/cm².

Tabla N° 3. Propiedades químicas de la ceniza

CÓDIGO	ENSAYOS	UNIDAD	RESULTADO
MTL-230-37	Óxido de calcio (CaO)	%	8.721
	Dióxido de silicio (SiO ₂)	%	59.21
	Trióxido de azufre (SO ₃)	%	0.152

Óxido de magnesio (MgO)	%	1.56
Óxido de manganeso (MnO)	%	0.366
Trióxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	%	16.782
Pentóxido de fósforo (P ₂ O ₃)	%	2.073
Trióxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	%	4.573
Óxido de bario (BaO)	%	0.05
Óxido de zinc (ZnO)	%	0.036
Óxido de cobre (CuO)	%	0.027
Óxido de cromo (CrO ₃)	%	0.85
Otros	%	5.6

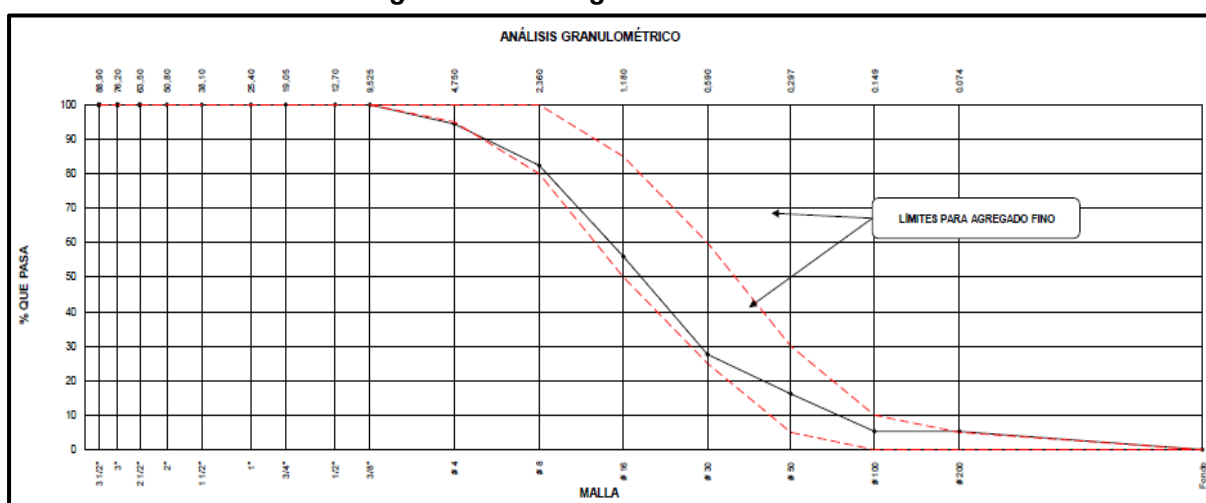
Fuente: MATESTLAB SAC.

Objetivo Especifico 3. Determinar las características físicas de los agregados y diseño de mezcla de concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido.

Análisis granulométrico del AF

Para el AF, se obtuvo de una ferretería conocida y proporcionada por el laboratorio MATESTLAB SAC, en la cual se realizó la gradación según a la NTP 400-037 y el ASTM C-33.

Figura 21. Curva granulométrica del AF

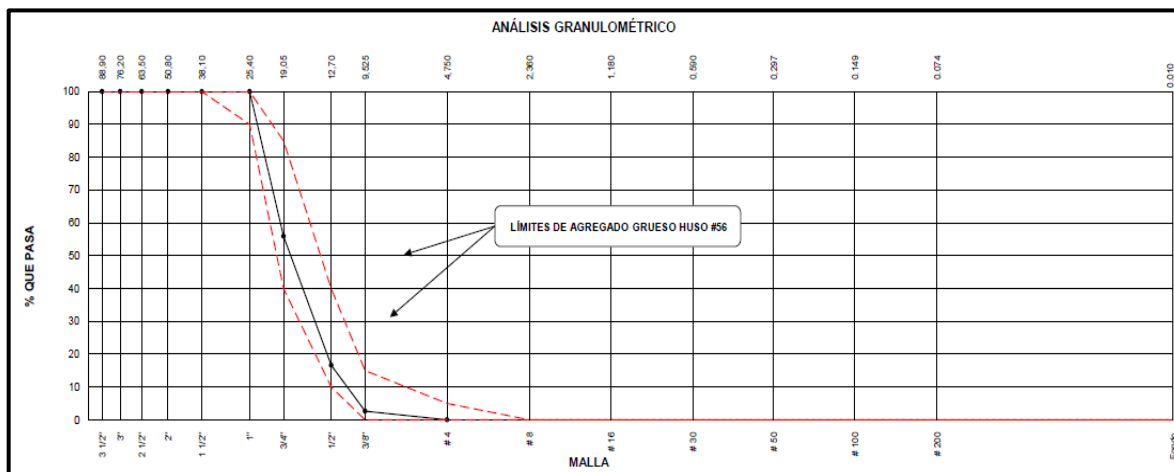


Fuente: MATESTLAB SAC.

Análisis granulométrico del AG

Para el agregado grueso se obtuvo de la misma manera que el AF, en la cual se realizó la gradación según el ASTM C-33 y la NTP 400-037.

Figura 22. Curva granulométrica del AG



Fuente: MATESTLAB SAC.

De la misma manera, se desarrolló las diferentes propiedades físicas de los agregados, tanto para el AF y AG. Entre ellas tenemos, el contenido de humedad, peso unitario, peso específico y absorción. Los resultados se muestran en el anexo.

Diseño de la mezcla para 1m³ de concreto F'c=210 kg/cm² - ACI 211

Una vez realizado las pruebas de ensayo para los materiales, se determinó el Diseño de mezclas con el método ACI 211 para un concreto f'c=210 kg/cm². Por lo siguiente, se utilizó las 3 dosificaciones propuestas de 5%, 8% y 12% de CTA, adicionando parcialmente en relación al peso del cemento. Los resultados que se muestran son proporcionados por el laboratorio de ensayos MATESTLAB SAC.

Tabla N° 4. Características del diseño de mezcla de concreto para 1m³

DISEÑO DE LA MEZCLA DEL CONCRETO			
MATERIALES	CANTIDAD Kg/M3	SLUMP	F'c
Cemento Sol T1	366.00		
Arena	821.67		
Piedra	1002.00	3" – 4"	210 kg/cm ²
Agua	157.67		

Fuente: Elaboración propia

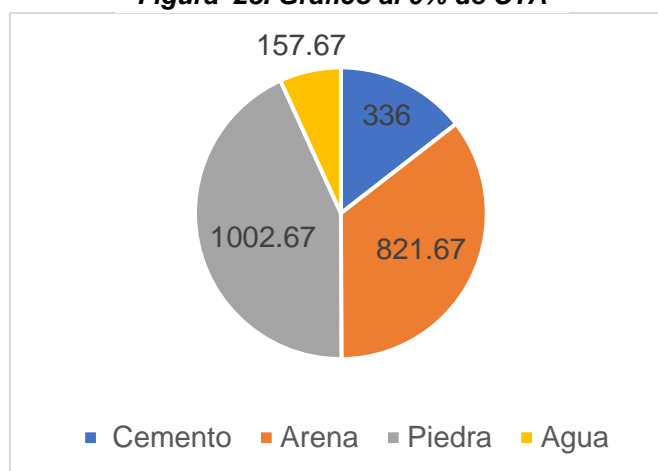
Dosificación de la mezcla para diferentes porcentajes de ceniza de tallo de algarrobo (CTA)

Tabla N° 5. Dosificación al 0% de CTA

MATERIALES	CANTIDAD Kg/M3
Cemento Sol T1	366.00
Arena	821.67
Piedra	1002.00
Agua	157.67

Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Gráfico al 0% de CTA

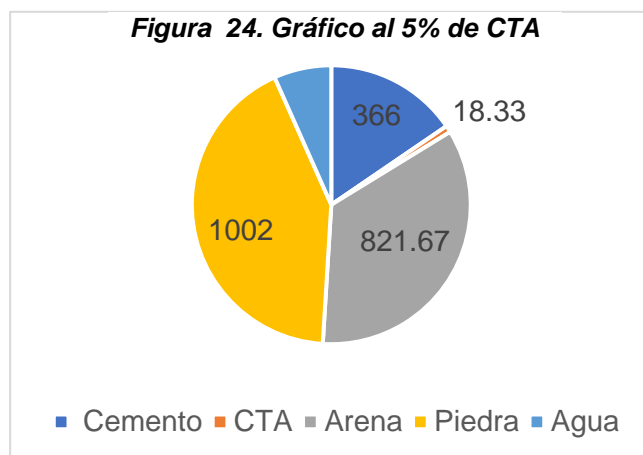


Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 6. Dosificación al 5% de CTA

MATERIALES	CANTIDAD Kg/M3
Cemento Sol T1	366.00
CTA	18.33
Arena	821.67
Piedra	1002.00
Agua	157.67

Fuente: Elaboración propia

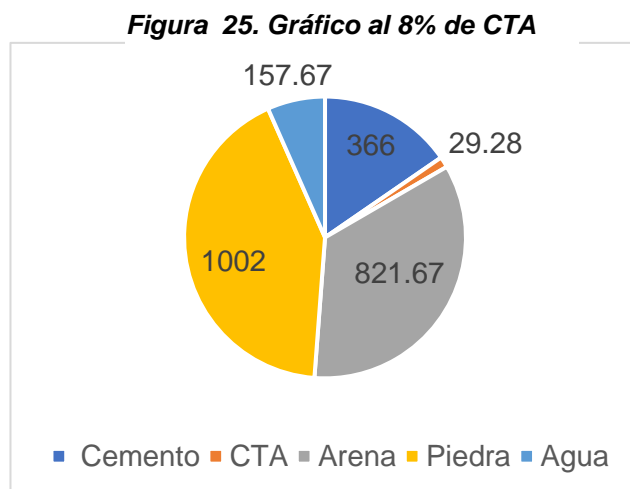


Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 7. Dosificación al 8% de CTA

MATERIALES	CANTIDAD Kg/M3
Cemento Sol T1	366.00
CTA	29.28
Arena	821.67
Piedra	1002.00
Agua	157.67

Fuente: Elaboración propia



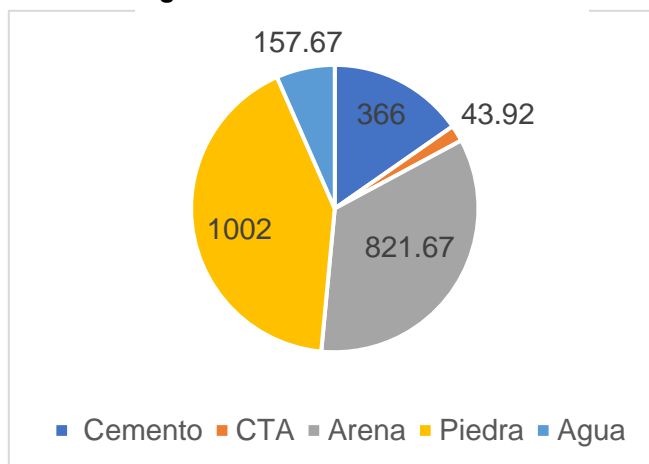
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 8. Dosificación al 12% de CTA

MATERIALES	CANTIDAD Kg/M3
Cemento Sol T1	366.00
CTA	43.92
Arena	821.67
Piedra	1002.00
Agua	157.67

Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Gráfico al 12% de CTA



Fuente: Elaboración propia

Resumen del diseño de la mezcla con la adición parcial de CTA

Tabla N° 9. Resumen del diseño con las dosificaciones de CTA

MATERIALES	CTA = 0% (Concreto Patrón)	CTA = 5%	CTA = 8%	CTA = 12%
Cemento (kg/m3)	366.00	366.00	366.00	366.00
CTA (kg/m3)	0.00	18.33	29.28	43.92
Arena (kg/m3)	821.67	821.67	821.67	821.67
Piedra (kg/m3)	1002.00	1002.00	1002.00	1002.00
Agua (lts/m3)	157.67	157.67	157.67	157.67

Fuente: Elaboración propia

Objetivo Especifico 4. Determinar las características físicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido.

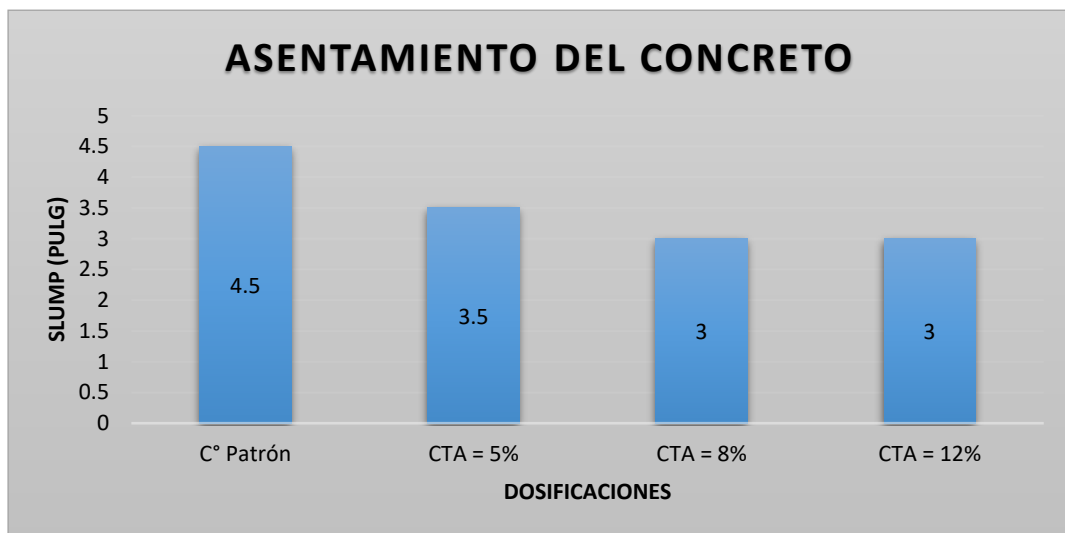
Asentamiento (Slump). Para este ensayo, primero se determinó la homogeneidad y uniformidad del concreto para ser colocados en un molde de cono de Abrams, distribuido en 3 capas a 25 golpes suaves con una varilla metálica por cada capa. Para luego ser retirado cuidadosamente el molde y determinar la consistencia del concreto. Se realizó el mismo procedimiento para las diferentes dosificaciones propuestas.

Tabla N° 10. Asentamiento del concreto fresco

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO		
CARACTERISTICA	SLUMP (Pulg)	SLUMP (Cm)
C° Patrón	4 1/2"	11.43
CTA = 5%	3 1/2"	8.89
CTA = 8%	3"	7.62
CTA = 12%	3"	7.62

Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Asentamiento del concreto fresco



Fuente: Elaboración propia

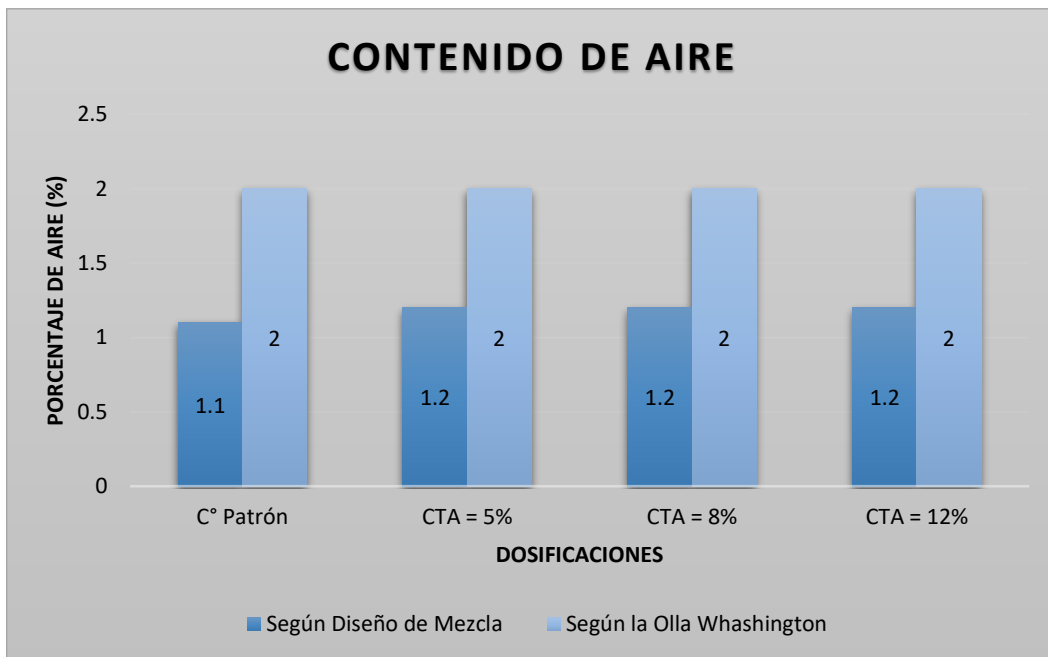
Contenido de aire. Según la normal ASTM C 231-78, para este ensayo se utilizó un medidor de tipo B (olla Washington), donde para hermetizar la muestra se utiliza una tapa con un manómetro de lectura. Se procedió a cerrar dicha tapa y se comenzó a inyectar agua por una válvula hasta que salga por el otro; todo esto, con la ayuda de una pipeta. Luego, se procedió a cerrar las válvulas y se introdujo aire bombeado hasta que la aguja del manómetro se sitúe con la presión de inicio. Luego, después de que la aguja se asentara, se calculó el porcentaje de aire en el instrumento. Se realizó el mismo procedimiento para las diferentes dosificaciones propuestas.

Tabla N° 11. Contenido de aire del concreto fresco

CONCRETO	DOSIFICACIÓN (%)	SEGÚN OLLA WASHINGTON (%)
Patrón	0%	1.10
	5%	1.20
Adición de CTA	8%	1.20
	12%	1.20

Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Contenido de aire del concreto fresco



Fuente: Elaboración propia

Objetivo Especifico 5. Determinar las características mecánicas del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido.

Ensayo de resistencia a la compresión

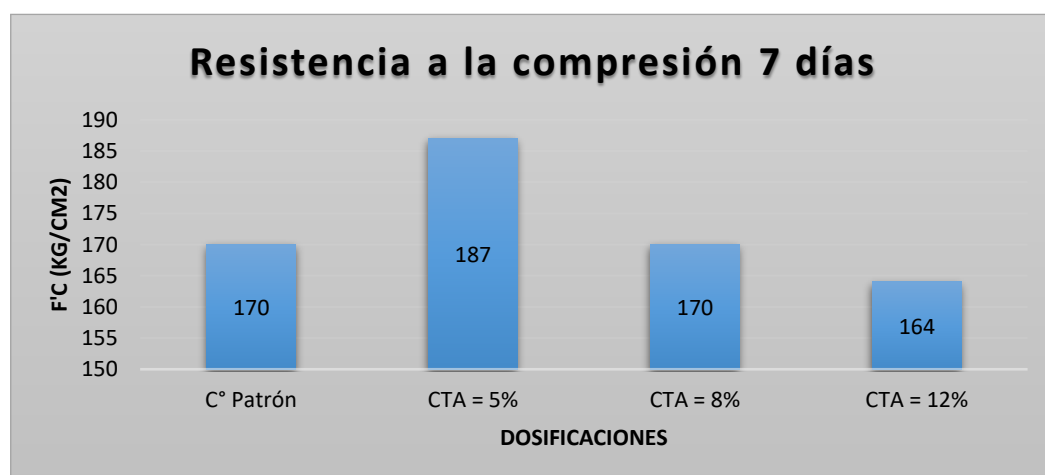
En la investigación actual se desarrolló 36 probetas cilíndricas de 6" x 12", como muestras, para determinar las resistencias a la compresión en los 7, 14 y 28 días del curado para los diferentes porcentajes de adición de CTA al 0% (concreto patrón), 5%, 8% y 12%.

Tabla N° 12. Resistencia a compresión del concreto a los 7 días

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	ESFUERZO PROMEDIO	% F'c
PROBETA N° 01 C° Patrón	17/04/2023	24/04/2023	7 días	1.99	168 kg/cm2		79.9
PROBETA N° 02 C° Patrón	17/04/2023	24/04/2023	7 días	2.00	171 kg/cm2	170 kg/cm2	81.3
PROBETA N° 03 C° Patrón	17/04/2023	24/04/2023	7 días	1.99	172 kg/cm2		81.9
PROBETA N° 10 CTA = 5%	18/04/2023	25/04/2023	7 días	2.00	184 kg/cm2		87.8
PROBETA N° 11 CTA = 5%	18/04/2023	25/04/2023	7 días	2.00	185 kg/cm2	187 kg/cm2	88.2
PROBETA N° 12 CTA = 5%	18/04/2023	25/04/2023	7 días	2.00	191 kg/cm2		90.8
PROBETA N° 19 CTA = 8%	19/04/2023	26/04/2023	7 días	2.00	177 kg/cm2		84.1
PROBETA N° 20 CTA = 8%	19/04/2023	26/04/2023	7 días	1.99	170 kg/cm2	172 kg/cm2	81.0
PROBETA N° 21 CTA = 8%	19/04/2023	26/04/2023	7 días	1.99	169 kg/cm2		80.2
PROBETA N° 28 CTA = 12%	20/04/2023	27/04/2023	7 días	2.00	167 kg/cm2		79.4
PROBETA N° 29 CTA = 12%	20/04/2023	27/04/2023	7 días	1.99	159 kg/cm2	164 kg/cm2	75.6
PROBETA N° 30 CTA = 12%	20/04/2023	27/04/2023	7 días	2.00	165 kg/cm2		78.4

Fuente: MATESTLAB SAC.

Figura 29. Ensayo de resistencia a la compresión, 7 días



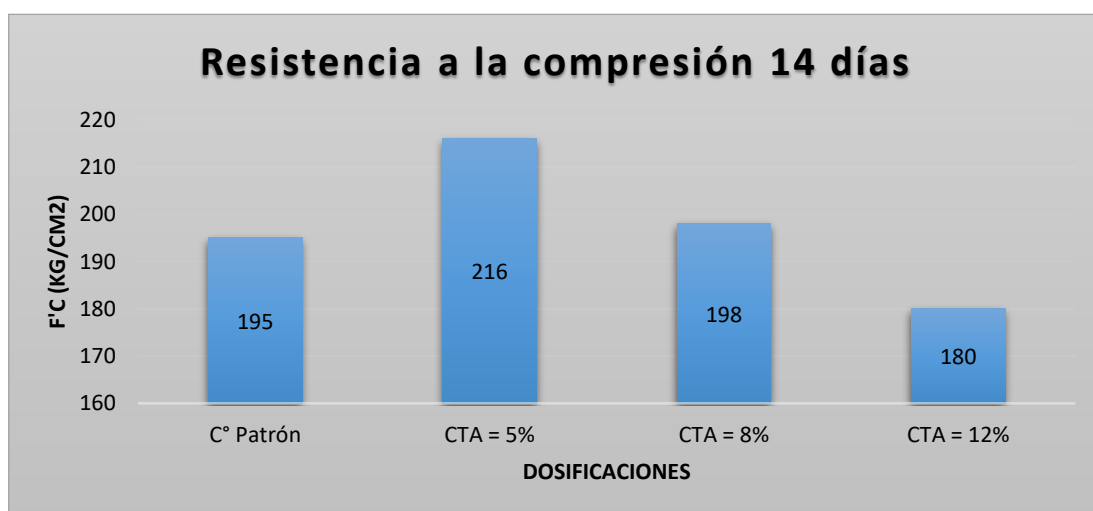
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 13. Resistencia a compresión del concreto a los 14 días

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	ESFUERZO PROMEDIO	% F'c
PROBETA N° 04 C° Patrón	17/04/2023	1/05/2023	14 días	2.00	193 kg/cm2		91.7
PROBETA N° 05 C° Patrón	17/04/2023	1/05/2023	14 días	2.00	195 kg/cm2	195 kg/cm2	92.8
PROBETA N° 06 C° Patrón	17/04/2023	1/05/2023	14 días	2.00	196 kg/cm2		93.2
PROBETA N° 13 CTA = 5%	18/04/2023	2/05/2023	14 días	1.99	212 kg/cm2		100.8
PROBETA N° 14 CTA = 5%	18/04/2023	2/05/2023	14 días	2.00	215 kg/cm2		102.4
PROBETA N° 15 CTA = 5%	18/04/2023	2/05/2023	14 días	2.00	220 kg/cm2	216 kg/cm2	104.6
PROBETA N° 22 CTA = 8%	19/04/2023	3/05/2023	14 días	1.99	200 kg/cm2		95.4
PROBETA N° 23 CTA = 8%	19/04/2023	3/05/2023	14 días	1.99	196 kg/cm2	198 kg/cm2	93.1
PROBETA N° 24 CTA = 8%	19/04/2023	3/05/2023	14 días	2.00	199 kg/cm2		94.9
PROBETA N° 31 CTA = 12%	20/04/2023	4/05/2023	14 días	1.99	184 kg/cm2		87.4
PROBETA N° 32 CTA = 12%	20/04/2023	4/05/2023	14 días	1.99	176 kg/cm2	180 kg/cm2	84.0
PROBETA N° 33 CTA = 12%	20/04/2023	4/05/2023	14 días	1.99	179 kg/cm2		85.1

Fuente: MATESTLAB SAC.

Figura 30. Ensayo de resistencia a la compresión, 14 días



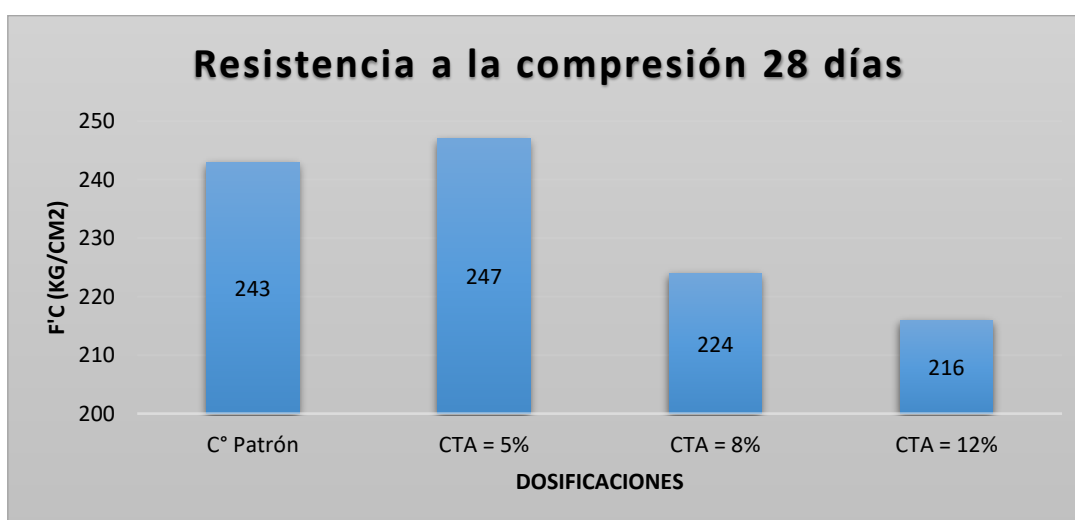
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 14. Resistencia a compresión del concreto a los 28 días

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	ESFUERZO PROMEDIO	% F'c
PROBETA N° 07 C° Patrón	17/04/2023	15/05/2023	28 días	1.99	235 kg/cm2		111.7
PROBETA N° 08 C° Patrón	17/04/2023	15/05/2023	28 días	1.99	244 kg/cm2	243 kg/cm2	116.2
PROBETA N° 09 C° Patrón	17/04/2023	15/05/2023	28 días	2.00	251 kg/cm2		119.7
PROBETA N° 16 CTA = 5%	18/04/2023	16/05/2023	28 días	2.00	241 kg/cm2		114.8
PROBETA N° 17 CTA = 5%	18/04/2023	16/05/2023	28 días	2.00	246 kg/cm2	247 kg/cm2	117.0
PROBETA N° 18 CTA = 5%	18/04/2023	16/05/2023	28 días	1.99	254 kg/cm2		120.9
PROBETA N° 25 CTA = 8%	19/04/2023	17/05/2023	28 días	2.00	226 kg/cm2		107.9
PROBETA N° 26 CTA = 8%	19/04/2023	17/05/2023	28 días	1.99	223 kg/cm2	224 kg/cm2	106.0
PROBETA N° 27 CTA = 8%	19/04/2023	17/05/2023	28 días	1.99	223 kg/cm2		106.3
PROBETA N° 34 CTA = 12%	20/04/2023	18/05/2023	28 días	1.99	219 kg/cm2		104.3
PROBETA N° 35 CTA = 12%	20/04/2023	18/05/2023	28 días	2.00	214 kg/cm2	216 kg/cm2	102.1
PROBETA N° 36 CTA = 12%	20/04/2023	18/05/2023	28 días	2.00	215 kg/cm2		102.4

Fuente: MATESTLAB SAC.

Figura 31. Ensayo de resistencia a la compresión, 28 días



Fuente: Elaboración propia

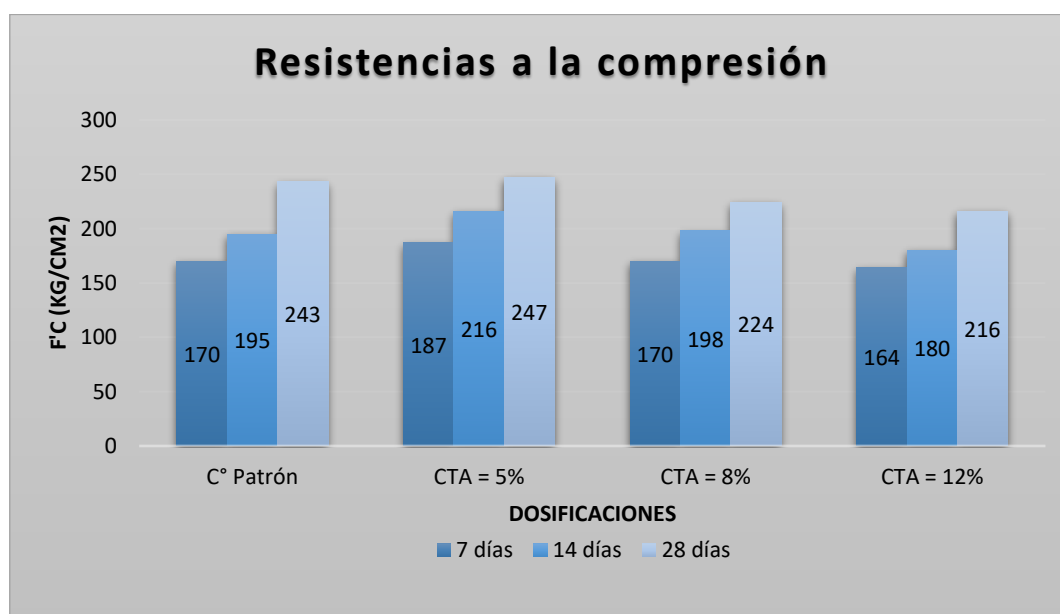
Resumen de las resistencias a la compresión para los 7, 14 y 28 días.

Tabla N° 15. Resumen de las resistencias a la compresión

Resumen de la resistencia a compresión (Kg/cm ²)				
Edades	C° Patrón	Dosificación 5%	Dosificación 8%	Dosificación 12%
A los 7 días	170	187	170	164
A los 14 días	195	216	198	180
A los 28 días	243	247	224	216

Fuente: Elaboración propia

Figura 32. Resumen de las resistencias a la compresión



Fuente: Elaboración propia

Según la tabla de resultados de laboratorio, se observó que la dosificación óptima, quien supera al diseño de concreto patrón (por la mínima) y a las demás dosificaciones, es el porcentaje de adición de CTA al 5%.

Ensayo de resistencia a la flexión

Para dicho ensayo, se desarrolló 24 probetas prismáticas (viguetas) como muestras de concreto para dicha resistencia, cuyas medidas fueron de 15 cm. x 15 cm. x 50 cm. Los ensayos se desarrollaron a los 28 días de curado para los diferentes porcentajes de adición de CTA al 0% (concreto patrón), 5%, 8% y 12%.

Tabla N° 16. Resistencia a flexión del concreto a los 28 días

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA	ESFUERZO PROMEDIO
VIGA N° 01 C° Patrón	17/04/2023	15/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	26 kg/cm2	26 kg/cm2
VIGA N° 02 C° Patrón	17/04/2023	15/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	26 kg/cm2	
VIGA N° 03 C° Patrón	17/04/2023	15/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	26 kg/cm2	
VIGA N° 07 CTA = 5%	18/04/2023	16/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	28 kg/cm2	29 kg/cm2
VIGA N° 08 CTA = 5%	18/04/2023	16/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	29 kg/cm2	
VIGA N° 09 CTA = 5%	18/04/2023	16/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	29 kg/cm2	
VIGA N° 13 CTA = 8%	19/04/2023	17/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	30 kg/cm2	30 kg/cm2
VIGA N° 14 CTA = 8%	19/04/2023	17/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	29 kg/cm2	
VIGA N° 15 CTA = 8%	19/04/2023	17/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	30 kg/cm2	
VIGA N° 19 CTA = 12%	20/04/2023	18/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	46.0	32 kg/cm2	31 kg/cm2
VIGA N° 20 CTA = 12%	20/04/2023	18/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	47.0	31 kg/cm2	
VIGA N° 21 CTA = 12%	20/04/2023	18/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	48.0	31 kg/cm2	

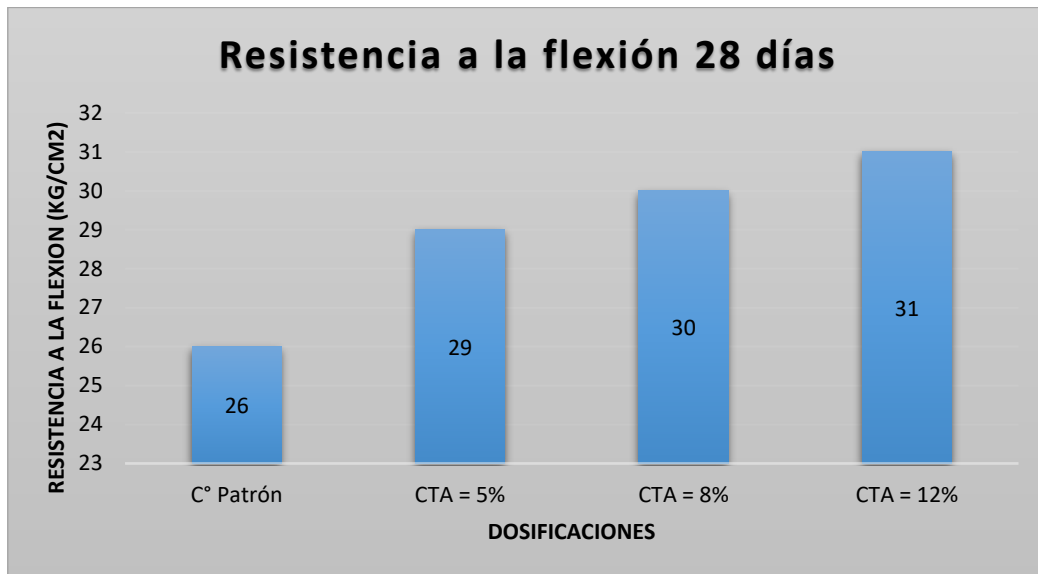
Fuente: MATESTLAB SAC.

Tabla N° 17. Resumen de la resistencia a la flexión, 28 días

Resumen de la resistencia a la flexión (kg/cm2)				
Edades	C° Patrón	Dosificación 5%	Dosificación 8%	Dosificación 12%
A los 28 días	26	29	30	31

Fuente: Elaboración propia

Figura 33. Ensayo de resistencia a la flexión, 28 días



Fuente: Elaboración propia

Ensayo de resistencia a la abrasión

En este caso, se realizó las muestras de 12 discos de concreto de 4" x 2" con el objetivo de determinar las resistencias a abrasión para los 28 días del curado en los diferentes porcentajes de adición de CTA al 0% (concreto patrón), 5%, 8% y 12%.

Tabla N° 18. Resistencia a la abrasión del concreto a los 28 días

DESCRIPCION	PESO INICIAL (g)	PESO 3ER CICLO (g)	FECHA DE ENSAYO	ABRASION (%)	ABRASION PROMEDIO (%)
PC-1 0% CTA	2005.20	1993.50	18/05/2023	0.58	
PC-2 0% CTA	1970.00	1957.00	18/05/2023	0.66	0.63
PC-3 0% CTA	2052.40	2039.00	18/05/2023	0.65	
PC-1 5% CTA	2302.00	2288.00	18/05/2023	0.61	
PC-2 5% CTA	2180.20	2165.00	18/05/2023	0.70	0.66
PC-3 5% CTA	2230.20	2215.00	18/05/2023	0.68	

PC-1 8% CTA	2580.20	2562.24	18/05/2023	0.70	
PC-2 8% CTA	2325.80	2307.80	18/05/2023	0.77	0.74
PC-3 8% CTA	2550.10	2531.30	18/05/2023	0.74	
PC-1 12% CTA	2560.20	2541.50	18/05/2023	0.73	
PC-2 12% CTA	2425.10	2405.80	18/05/2023	0.80	0.77
PC-3 12% CTA	2600.00	2580.00	18/05/2023	0.77	

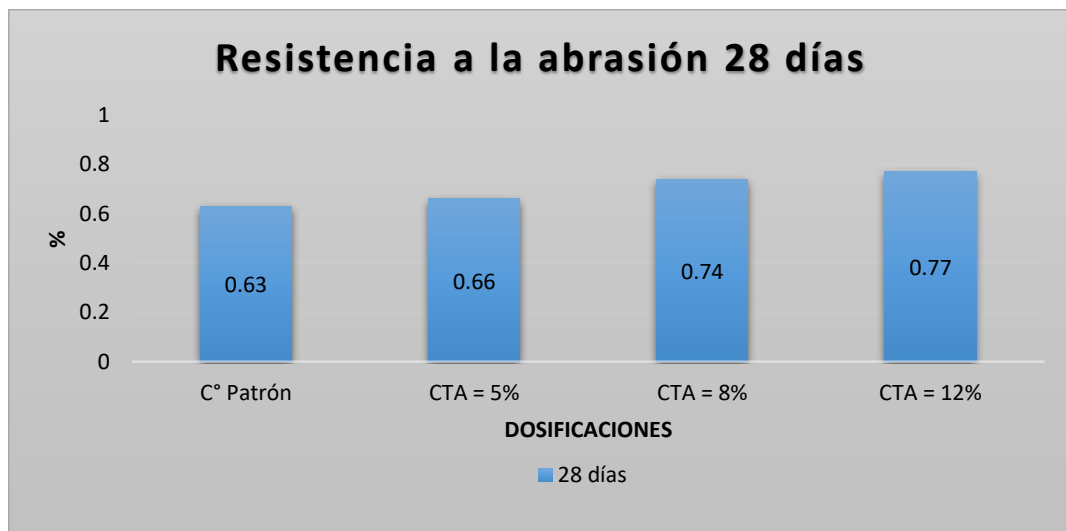
Fuente: MATESTLAB SAC.

Tabla N° 19. Resumen de la resistencia a la abrasión, 28 días

Resumen de la resistencia a la abrasión (%)				
Edades	C° Patrón	Dosificación 5%	Dosificación 8%	Dosificación 12%
A los 28 días	0.63	0.66	0.74	0.77

Fuente: Elaboración propia

Figura 34. Resumen de la resistencia a la abrasión, 28 días



Fuente: Elaboración propia

Objetivo Especifico 6. Determinar el porcentaje ideal de adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo del concreto $f'c=210$ kg/cm² para diseñar el pavimento rígido.

Para concluir el porcentaje ideal de ceniza para nuestro diseño de pavimento, se realizó el siguiente procedimiento:

1°) Se recurrió una serie de antecedentes nacionales e internacionales donde muestran, en sus investigaciones, las dosificaciones y porcentajes propuestas haciendo el uso de diferentes materiales y elementos (tallos para nuestro caso) que producen la ceniza como sustituto parcial al cemento. A continuación, se realizó un cuadro comparativo de los antecedentes estudiados y sus porcentajes de uso.

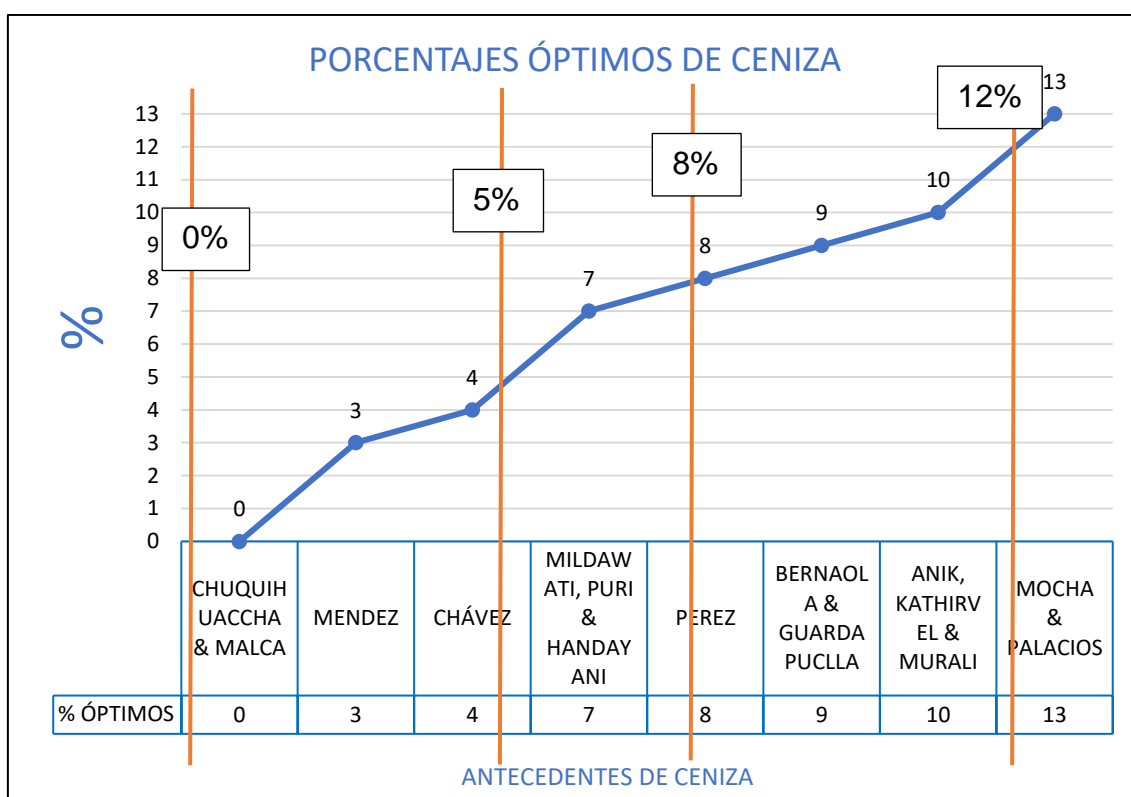
Tabla N° 20. Antecedentes y porcentajes usados sobre cenizas

ANTECEDENTES	AUTORES	PORCENTAJES Y RESISTENCIAS A LOS 28 DIAS					(%) OPTIMO
INTERNACIONAL	MILDAWATI, PURI & HANDAYANI (Ceniza de tallo de maíz)	0%	3%	5%	7%	9%	7%
	ANIK, KATHIRVEL & MURALI (Ceniza de tallo de Prosopis juliflora)	0%	10%	20%	30%	40%	10%
	MOCHA & PALACIOS (cenizas de cascarilla de arroz)	5%	8%	10%	13%		13%
NACIONAL	CHUQUIHUACCHA & MALCA (ceniza de madera de pino)	0%	5%	10%	15%		0%
	PEREZ (cenizas de tronco de eucalipto)	4%		8%			8%
	BERNAOLA & GUARDAPUCLLA (cenizas de tronco de eucalipto)	0%	5%	9%	13%		9%
	CHÁVEZ (cenizas de tallo de carrizo)	4%		8%			4%
REGIONAL	MENDEZ (ceniza de aserrín de eucalipto)	0%	3%	5%	7%		3%

Fuente: Elaboración propia

2°) Se realizó la gráfica de antecedentes y se determinó nuestro rango de porcentajes a usar (0%, 5%, 8% y 12%).

Figura 35. Porcentajes óptimos de los antecedentes



Fuente: Elaboración propia

3°) Se realizaron los ensayos de resistencia al concreto con los porcentajes determinados.

Tabla N° 21. Porcentaje ideal de adición parcial de CTA

Resumen de las resistencias a compresión (Kg/cm ²)				
Edades	C° Patrón	Dosificación 5%	Dosificación 8%	Dosificación 12%
A los 7 días	170	187	170	164
A los 14 días	195	216	198	180
A los 28 días	243	247	224	216

Fuente: Elaboración propia

4°) Finalmente, según la tabla de resultados, se ha concluido que el porcentaje de 5% resultó ser el óptimo para superar la resistencia al concreto de diseño y permitimos realizar nuestro diseño de pavimento rígido.

Objetivo Especifico 7. Determinar el espesor para diseñar el pavimento rígido empleando concreto $f'c=210$ kg/cm² con aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo.

Para determinar el espesor del pavimento rígido, se diseñó mediante el método de AASHTO 93; en la cual, son intervenidos por una serie de variables y parámetros que influyen en la ecuación para su diseño adecuado.

A continuación, los parámetros de diseño se extrajeron de un expediente que se ha ejecutado en la ciudad de Ayacucho, cuyo nombre del proyecto fue mencionado anteriormente.

DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA UN CONCRETO CONVENCIONAL DE $F'C=210$ KG/CM²

Para este diseño se utilizó una hoja de cálculo en Excel y se verificó con el software de "Ecuación AASHTO 93". En el cual, se ha determinado que el espesor de la losa del pavimento resulta de 20 cm para un diseño convencional de $f'c = 210$ kg/cm². Los resultados se adjuntan en el anexo.

DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL CONCRETO EXPERIMENTAL (5% DE ADICION PARCIAL DE CTA COMO DOSIFICACIÓN ÓPTIMA), $F'C=247$ KG/CM²

Para este diseño se utilizó una hoja de cálculo en Excel y se verificó con el software de "Ecuación AASHTO 93"; En el cual, se ha determinado la medida de la losa del pavimento disminuye de 20 cm a 19 cm para un diseño óptimo de 5% de adición parcial de CTA, mejorando la resistencia del concreto de $f'c = 210$ kg/cm² a $f'c = 247$ kg/cm². Los resultados se adjuntan en el anexo.

Objetivo Especifico 8. Estimar la diferencia de costos del diseño de mezcla y diseño de pavimento rígido, entre el concreto patrón y el concreto con porcentaje óptimo de adición parcial de ceniza de tallo de algarrobo.

Diferencia de costos para el diseño de mezcla

Primero, se desarrolló el análisis de costo unitario del diseño de mezcla para el concreto patrón (0% de CTA).

Tabla N° 22. Análisis de costo del concreto patrón por m3

Rendimiento: 13 m3/día		CONCRETO PATRÓN (0% DE CTA) POR 1 M3				
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P. Unitario	P. Parcial	P. Total
Mano de Obra						
Operario	hh	2.000	1.2308	S/. 13.78	S/. 16.96	
Oficial	hh	2.000	1.2308	S/. 10.89	S/. 13.40	S/. 79.05
Peón	hh	8.000	4.9231	S/. 9.89	S/. 48.69	
Materiales						
Cemento Portland Tipo I	bls	-	8.7400	S/. 26.00	S/. 227.24	
Agua	m3	-	0.2050	S/. 12.71	S/. 2.61	S/. 275.23
Agregado Grueso	m3	-	0.3370	S/. 80.00	S/. 26.96	
Agregado Fino	m3	-	0.3070	S/. 60.00	S/. 18.42	
Equipos y herramientas						
Mezcladora de concreto	hm	1	0.6154	S/. 16.95	S/. 10.43	
Vibrador de concreto	hm	1	0.6154	S/. 12.71	S/. 7.82	S/. 21.21
Herramientas Manuales	%MO	-	0.0300	S/. 98.43	S/. 2.95	
					PRECIO	S/. 375.48

Fuente: Elaboración propia

Segundo, se desarrolló el análisis de costo unitario del diseño de mezcla con porcentaje óptimo 5% de adición parcial de CTA.

Tabla N° 23. Análisis de costo del concreto con porcentaje óptimo por m3

Rendimiento: 13 m3/día		CONCRETO CON PORCENTAJE ÓPTIMO (5% DE CTA) POR 1 M3				
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P. Unitario	P. Parcial	P. Total
Mano de Obra						
Operario	hh	2.000	1.2308	S/. 13.78	S/. 16.96	
Oficial	hh	2.000	1.2308	S/. 10.89	S/. 13.40	S/. 79.05
Peón	hh	8.000	4.9231	S/. 9.89	S/. 48.69	
Materiales						
Cemento Portland Tipo I	bolsa	-	8.7400	S/. 26.00	S/. 227.24	
Ceniza de tallo de algarrobo	kg	-	18.30	S/. 0.50	S/. 9.15	
Agua	m3	-	0.2050	S/. 12.71	S/. 2.61	S/. 284.38
Agregado Grueso	m3	-	0.3370	S/. 80.00	S/. 26.96	
Agregado Fino	m3	-	0.3070	S/. 60.00	S/. 18.42	
Equipos y herramientas						
Mezcladora de concreto	hm	1	0.6154	S/. 16.95	S/. 10.43	
Vibrador de concreto	hm	1	0.6154	S/. 12.71	S/. 7.82	S/. 21.21
Herramientas Manuales	%MO	-	0.0300	S/. 98.43	S/. 2.95	
					PRECIO	S/. 384.64

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se desarrolló la diferencia de costos por metro cúbico, entre el concreto patrón y el concreto con dosificación óptima de 5% de CTA.

Tabla N° 24. Diferencia de costos para el diseño de mezcla por m3

RESUMEN DE COSTOS DEL CONCRETO POR 1M3				
Muestra	F'c diseño (kg/cm2)	F'c final a los 28 días (kg/cm2)	% CTA	Costo (S/.)
C° Patrón	210	243	0.00 %	375.48
CTA = 5%	210	247	5.00 %	384.64
Diferencia de costo				9.16

Fuente: Elaboración propia

Diferencia de costos para el diseño de pavimento rígido

Primero, se realizó el análisis de costo unitario del concreto f'c = 210 kg/cm2 para la construcción del pavimento rígido, según el régimen de la construcción civil actualizado (Vigente del 01.06.2022 al 31.05.2023).

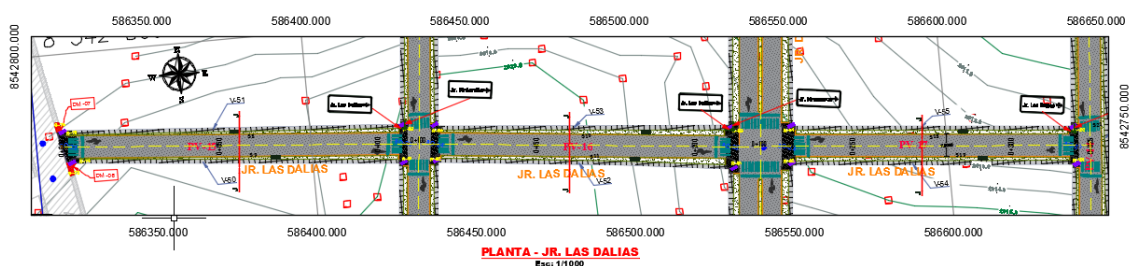
Tabla N° 25. Análisis de precio unitario del pavimento rígido por m3

Código	DescripciónRecurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PrecioS/.	ParcialS/.
ManodeObra						
0101010003	OPERARIO	hh	3.0000	1.8462	11.95	22.06
0101010004	OFICIAL	hh	3.0000	1.8462	10.00	18.46
0101010005	PEON	hh	12.0000	7.3846	8.75	64.62
						105.14
Materiales						
0201030001	GASOLINA	gal		0.0750	22.00	1.65
0207010001	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3		0.7300	84.75	61.87
0207020001	ARENA GRUESA	m3		0.5300	84.00	44.52
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.2000	5.00	1.00
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.6000	28.50	273.60
0222080013	PETROLEO	gal		0.0500	20.00	1.00
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0833	9.50	0.79
0272040054	REGLA DE ALUMINIO 2"x4"x10'	und		0.0500	92.00	4.60
0290100005	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	105.14	5.26
						394.29
Equipos						
0301160002	AUTOHORMIGONERA CARMIX 3.5TT	hm	0.3750	0.2308	220.00	50.78
0301290007	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 1.5"	día	1.0000	0.0769	50.00	3.85
						54.63

Fuente: Expediente Técnico del proyecto de obra

Finalmente, se determinó la diferencia de costos del diseño de pavimento rígido entre el concreto patrón (cuya medida de losa es de 20 cm) y el concreto con porcentaje óptimo de adición parcial de CTA (cuya medida de losa es de 19 cm) para el Jr. Las Dalias (0+000 km hasta 0+325 km) de 7 metros de ancho, como muestra de la investigación desarrollada.

Figura 36. Plano del Jr. Las Dalias, distrito de san juan bautista, Ayacucho



Fuente: Expediente Técnico del proyecto de obra

Tabla N° 26. Diferencia de costos para el diseño de pavimento rígido

	Espesor de la losa (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Costo Unitario (S/.)	Precio (S/.)
Concreto Patrón 0%	0.20	325	7.00	554.06	S/. 252 097
Concreto óptimo 5%	0.19	325	7.00	554.06	S/. 239 492
				Diferencia de costo	S/. 12 605

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

La **limitación** de la presente investigación es la escasa información referencial que posee, con respecto al uso de las cenizas de tallos de algarrobos, para una mejoría en las características mecánicas del concreto y en el diseño de pavimento rígido.

La **implicancia** de dicha investigación hace referencia al reúso de materiales orgánicos, que son usualmente desechados; y el aprovechamiento de ellos para un resultado positivo en las características mecánicas del concreto, diseño de pavimentos y reducción de costos. De esta manera, dicha investigación contribuirá en el aporte para futuras investigaciones.

OG. Verificando la influencia del uso de la ceniza en distintos antecedentes para mejorar la resistencia del concreto. Según (PEREZ, 2017), al presentar dos dosificaciones de 4% y 8% de ceniza de tronco del eucalipto, determinó que la óptima fue del 8%; concluyendo de esta manera, que el uso de su ceniza si influyó positivamente en la resistencia del concreto. Para (CHUQUIHUACCHA & MALCA, 2022), propuso los porcentajes de 5%, 10% y 15% de ceniza de la madera de pino; en la cual, su dosificación óptima fue del 0%, correspondiente al concreto patrón; concluyendo de esta manera que el uso de su ceniza no influyó positivamente en la resistencia del concreto. De igual manera, (BERNAOLA & GUARDAPUCLLA, 2021), determinó su dosificación óptima al 9% de ceniza de tronco del eucalipto, con respecto a los porcentajes propuestos de 5%, 9% y 13%; concluyendo de esta manera que el uso de su ceniza si influyó positivamente en la resistencia del concreto.

Los resultados para la presente investigación también reflejan la determinación del porcentaje ideal para el diseño de pavimento rígido, de tal manera que nuestras propuestas fueron del 5%, 8% y 12% de CTA; donde la dosificación óptima que mejoraba las características mecánicas del concreto fue del 5%; concluyendo de esta manera que el uso de nuestra ceniza si influyó positivamente en la resistencia del concreto.

OE1. (BERNAOLA & GUARDAPUCLLA, 2021), recolectaron troncos de eucalipto como leña para luego ser calcinados en hornos artesanales y así obtener la ceniza para realizar los experimentos en el laboratorio. Para (CHUQUIHUACCHA & MALCA, 2022), compraron una madera de pino de un aserradero y luego fueron calcinados en un horno de barro y así obtener su ceniza y realizar los experimentos deseados.

Para nuestra investigación se procedió a recolectar la CTA calcinadas en un horno artesanal de una empresa panificadora conocida de la zona, donde realizaba sus productos con leñas de algarrobo.

OE2. Para la composición química. Según (PEREZ, 2017), presentó una propiedad química sobresaliente de 64.66% de óxido de calcio para la ceniza de tronco de eucalipto. Para (CHUQUIHUACCHA & MALCA, 2022), obtuvo un óxido de calcio predominante de 52.42% para la ceniza de madera de pino. Según (BERNAOLA & GUARDAPUCLLA, 2021), presentó un óxido de calcio predominante de 67.26% para la ceniza de tronco de eucalipto.

Con respecto a nuestra investigación, se obtuvo una propiedad predominante de 59.21% de dióxido de silicio y un bajo óxido de calcio de 8.72%.

OE3. En las características físicas de los agregados y diseño de mezcla. Según (BERNAOLA & GUARDAPUCLLA, 2021), obtuvieron los siguientes resultados para el AF y AG respectivamente, módulos de fineza de 2.93 y 6.65, contenido de humedad de 1.36% y 0.43%, porcentajes de absorción de 1.19% y 0.67%, pesos unitarios compactados de 1825 kg/m³ y 1549 kg/m³; para las dosificaciones del diseño de mezcla utilizaron los porcentajes de 5%, 9% y 13% de ceniza de tronco de eucalipto. De la misma manera, (CHUQUIHUACCHA & MALCA, 2022) presentó los siguientes resultados para el AF y AG respectivamente, contenido de humedad de 5.05% y 0.87%, porcentajes de absorción de 1.78% y 0.44%, pesos unitarios compactados de 1889 kg/m³ y 1506 kg/m³; para las dosificaciones del diseño de mezcla utilizaron los porcentajes de 5%, 10% y 15% de ceniza de madera de pino.

Para esta investigación, se obtuvo los siguientes resultados, tanto para el AF como para el AG respectivamente, módulos de fineza de 3.18 y 7.41, contenido de humedad de 3.12% y 5.27%, porcentajes de absorción de 1.9% y 1.3%, pesos

unitarios compactados de 1767 kg/m³ y 1641 kg/m³; para las dosificaciones del diseño de mezcla utilizamos los porcentajes de 5%, 8% y 12% de CTA.

OE4. Con respecto a las propiedades físicas del concreto. Según (PEREZ, 2017), propuso dos dosificaciones de 4% y 8% de ceniza de tronco del eucalipto; en la cual, presentó los siguientes resultados para el asentamiento, 3.20" para el concreto patrón (0%), 3.30" para el 4% y 3.40" para el 8%. Para (BERNAOLA & GUARDAPUCLLA, 2021), cuyas dosificaciones fueron de 5%, 9% y 13% de ceniza de tronco de eucalipto, presentaron los siguientes resultados para el asentamiento, 4.1" para el concreto patrón (0%), 3.8" para 5%, 3.5" para 9% y 3.2" para 13%.

Los resultados para esta investigación, de acuerdo al asentamiento, fueron de 4 ½" para el concreto patrón (0%), 3 ½" para 5%, 3" para 8% y 3" para el 12% de CTA.

OE5. En relación a las características mecánicas del concreto. Según (PEREZ, 2017), presentó los siguientes resultados de la resistencia a la compresión promedio en los 28 días, 219 kg/cm² para el concreto patrón (0%), 223 kg/cm² para el 4% y 239 kg/cm² para el 8% en la sustitución de ceniza de tronco del eucalipto. Para (CHUQUIHUACCHA & MALCA, 2022) presentó los siguientes resultados de la resistencia a compresión promedio en los 28 días, 335 kg/cm² para el concreto patrón (0%), 304 kg/cm² para el 5%, 220 kg/cm² para el 10% y 168 kg/cm² para 15% en la adición de ceniza de madera del pino.

Para esta investigación, Obtuvimos los siguientes resultados para la resistencia media a la compresión después de 28 días: 243 kg/cm² el concreto patrón (0%), 247 kg/cm² para el 5%, 224 kg/cm² para el 8%, y 216 kg/cm² para el 12% de CTA.

OE6. Para el porcentaje óptimo ideal. Según (PEREZ, 2017), al presentar dos dosificaciones de 4% y 8% de ceniza del tronco de eucalipto, concluyó que la óptima fue del 8%. Para (CHUQUIHUACCHA & MALCA, 2022), propuso los porcentajes de 5%, 10% y 15% de ceniza de madera de pino; en la cual, su dosificación óptima fue del 0%, correspondiente al concreto patrón. De igual manera, (BERNAOLA & GUARDAPUCLLA, 2021), determinó su dosificación

óptima al 9% de ceniza de tronco del eucalipto, con respecto a los porcentajes propuestos de 5%, 9% y 13%.

Los resultados de nuestra investigación también reflejan la determinación del porcentaje ideal para nuestro diseño de pavimento rígido, de tal manera que nuestras propuestas fueron del 5%, 8% y 12% de CTA; donde se concluyó que la dosificación óptima que mejoraba las características mecánicas del concreto fue del 5%.

OE7. Con respecto a la determinación del espesor del pavimento (CHIQUELLAN, 2022), propuso el uso de fibras de acero llamado SIKA FIBER CHO 80/60, adicionando las dosificaciones de +0 kg/cm³, +15 kg/cm³ y +25 kg/cm³ para el diseño de pavimento rígido; en la cual, la dosificación óptima favorable fue adicionando 15 kg/cm³ de fibra de acero resultando una resistencia promedio de 265 kg/cm², que posteriormente será usado como resistencia del concreto en el diseño de pavimento mediante el método de AASHTO93, para la determinación de su espesor a 20 cm de losa y 15 cm de sub base granular.

Para esta investigación, la dosificación óptima fue la adición parcial de CTA al 5%, cuya resistencia del concreto a utilizar, en el diseño de pavimento rígido (método AASHTO93), fue de 247 kg/cm². Dando como resultado la disminución del espesor de la losa a 19 cm y una sub base granular de 20 cm.

OE8. Según el análisis de costos para el diseño de mezcla de concreto, (MENDEZ, 2022), determinó el precio unitario para 1m³ de concreto con ceniza de aserrín de eucalipto. En el cual, para el concreto patrón (0%) resultó de 308.89 soles y para la dosificación óptima de 3% resultó de 302.14 soles. Según (LLACSAHUANGA & PURIZACA, 2021), determinaron el precio unitario para 1m³ de concreto con la ceniza de bagazo de la caña de azúcar; en el cual, para el concreto patrón (0%) resultó de 384.01 soles y para la dosificación óptima de 0.5% resultó de 383.73 soles.

Con respecto esta investigación, el precio unitario para nuestro concreto patrón (0%) fue de 375.48 soles, y para nuestra dosificación óptima del 5% fue de 384.64 soles.

VI. CONCLUSIONES

OG. La adición parcial del 5% de ceniza de tallo de algarrobo afecta positivamente en el mejoramiento de las características mecánicas del concreto para un óptimo diseño de pavimento rígido y beneficio en la reducción de costos.

OE1. La obtención y recolección de la ceniza de tallo de algarrobo fue un proceso sencillo para esta investigación, ya que se tuvo que recolectar de la empresa panificadora, más influyente de la región, que elabora sus productos en el horno artesanal a base de las leñas de algarrobo, abundantes en la zona. La calcinación llegó a una temperatura alta de 440 °C en un intervalo de tiempo de 4 a 5 horas, para luego ser tamizados y trasladados al laboratorio para sus ensayos correspondientes.

Por lo tanto, la obtención de cenizas del tallo de algarrobo afecta positivamente para diseñar el pavimento rígido empleando concreto $f'c=210$ kg/cm².

OE2. Con respecto a las características químicas de la ceniza del tallo de algarrobo, muestra un mayor porcentaje de SiO₂ (dióxido de silicio) en relación a la composición del cemento utilizado. Según la normativa ASTM C 618-12a, el tipo de ceniza a utilizar se encuentra en la clase F; ya que posee menos del 10% de CaO; la sumatoria de SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ = 80.56% > 70% (cumple) y SO₃ = 0.152 < 4% (cumple).

Por lo tanto, las propiedades químicas de las cenizas del tallo de algarrobo presentan un efecto positivo para diseñar el pavimento rígido empleando concreto $f'c=210$ kg/cm².

OE3. Para las propiedades físicas de los agregados, concluimos que la curva granulométrica (tanto para el AF como para el AG) sí cumple con la Normativa ASTM C33, ya que se encuentra dentro del rango permitido. De igual manera, presentó un módulo de fineza de 3.18 para el AF y 7.41 para el AG. Contenido de humedad de 3.12% y 5.27% para AF y AG respectivamente. Porcentaje de absorción de 1.9% y 1.3% para AF y AG respectivamente. Peso unitario suelto de 1635 kg/m³ y compactado de 1767 kg/m³, para AF. Peso unitario suelto de 1586 kg/m³ y compactado de 1641 kg/m³, para AG.

Se aplicó el método ACI - 211 al diseño de la mezcla y se propusieron varias dosificaciones con diversos porcentajes de adición parcial de ceniza de tallo de algarrobo para 0% (concreto patrón), 5%, 8% y 12%. El resultado está expresado como las cantidades de materiales en kg por 1 m³ de concreto. Por lo tanto, a medida que se va añadiendo más porcentajes de CTA (como adición parcial al cemento), se mantiene la cantidad de cemento e incrementa progresivamente la cantidad de ceniza.

Por lo tanto, El aumento parcial de las cenizas del tallo de algarrobo afecta positivamente en las características físicas de los agregados y diseño de mezcla del concreto $f'c=210$ kg/cm² para diseñar el pavimento rígido.

OE4. Para las propiedades físicas del concreto, se determinó que los asentamientos, para cada una de las dosificaciones propuestas, están dentro de los parámetros permitidos (3" – 4"), según la normativa ASTM C143.

Las dosificaciones propuestas de 0% (concreto patrón), 5%, 8% y 12% presentaron bajos porcentajes de contenido de aire en relación al 2% del contenido de aire según el diseño de mezcla propuesta por el método ACI. Donde se menciona que para un TMN de $\frac{3}{4}$ " del agregado grueso presenta un contenido de aire de 2%. Concluyendo de esta manera que los porcentajes de aire se encuentran óptimos para los ensayos correspondientes. Ya que, si se presentaran mayores porcentajes de aire, afectaría la resistencia del concreto.

En consecuencia, la adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo afecta positivamente en las características físicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² para diseñar el pavimento rígido.

OE5. En relación a las características mecánicas del concreto. Se mejoró la resistencia a compresión del concreto en un 117.6% al adicionar el porcentaje óptimo de 5 % de CTA (resistencia óptima de 247 kg/cm² a los 28 días), con respecto al concreto de diseño.

Se optimizó la resistencia a la flexión del concreto en un 119.3% al adicionar el porcentaje óptimo de 12% de CTA (resistencia óptima de 31 kg/cm² a los 28 días), con respecto al concreto patrón.

La resistencia a la abrasión no fue mejorada al adicionar porcentajes de CTA; ya que el diseño patrón del 0% resultó tener un valor mayor en la resistencia al desgaste que los otros diseños experimentales.

Por lo tanto, la adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo afecta positivamente en las características mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² para diseñar el pavimento rígido.

OE6. Para determinar el porcentaje ideal de CTA. Primero, se recurrió una serie de antecedentes nacionales e internacionales donde presentan propuestas de porcentajes de dosificaciones de cenizas de tallos como sustituto parcial al cemento; en el cual, se concluyó con el rango de porcentajes del 0% (concreto patrón), 5%, 8% y 12% de CTA. Segundo, al realizar diferentes ensayos de resistencia al concreto, se ha concluido que el porcentaje de 5% resultó ser el óptimo para superar la resistencia al concreto de diseño y permitimos realizar nuestro diseño de pavimento rígido por el método del AASHTO 93.

Por lo tanto, el porcentaje ideal en la adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo afecta positivamente en el concreto $f'c=210$ kg/cm² para diseñar el pavimento rígido.

OE7. Con respecto al espesor del pavimento a determinar. Se concluyó que, utilizando ambos programas de diseño del pavimento rígido, el espesor de la losa del pavimento disminuye de 20 cm a 19 cm para un diseño óptimo de 5% de adición parcial de CTA, mejorando la resistencia del concreto de diseño $f'c = 210$ kg/cm² a $f'c = 247$ kg/cm².

Por consiguiente, el espesor de la losa de concreto afecta positivamente en el diseño de pavimento rígido empleando concreto $f'c=210$ kg/cm² con aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo.

OE8. Según el análisis de costos, para el diseño de mezcla de concreto, la producción del concreto patrón, para 1 m³, nos cuesta 375.48 soles. Y la producción del concreto con la dosificación óptima de 5% de CTA, para 1 m³, nos cuesta 384.64 soles. Concluyendo, que se puede mejorar las características mecánicas del concreto si es que se invierte 9.16 soles más, por metro cúbico, al adicionar parcialmente de CTA con respecto al concreto convencional.

Para construir el pavimento rígido, del jr. Las dalías del distrito de san juan bautista de Ayacucho; se pudo ahorrar unos 12 605 soles al reducir el espesor de la losa de 20 a 19 cm. Donde el diseño de su pavimento es mejorado, en sus características mecánicas del concreto, al realizar el aumento parcial de ceniza de tallo de algarrobo en un 5% con respecto al peso del cemento, en su dosificación.

Por lo tanto, el diseño de mezcla y diseño de pavimento rígido añadiendo parcialmente de ceniza de tallo de algarrobo afecta positivamente en la diferencia de costos del pavimento rígido.

VII. RECOMENDACIONES

Durante la obtención de la ceniza del tallo de algarrobo, se recomienda el tamizado respectivo con la finalidad de eliminar materiales excedentes e impurezas que afecten en sus estudios de laboratorio y en la resistencia al concreto.

Al obtener las propiedades químicas de la ceniza, se recomienda realizar la comprobación según la norma ASTM C 618, donde menciona que la sumatoria de los compuestos químicos ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) tiene que ser como mínimo un 70%, y como máximo debe presentar un 4% de SO_3 .

Con respecto a las propiedades físicas en los agregados, se recomienda que los agregados cuenten con un certificado de calidad de producto para la confiabilidad y cumplan con los estándares recomendados por la NTP. De la misma manera, para los ensayos de laboratorio, se debe cumplir con las normativas propuestas y límites permitidos por la NTP y el ASTM. Para su diseño de mezcla, se recomienda usar el método del ACI 211 para valores más confiables.

Para las propiedades físicas en el concreto fresco, se recomiendan realizar los procedimientos adecuados propuestas por la NTP y el ASTM en los ensayos de laboratorio, respetando los parámetros y condiciones que las recomiendan.

Para realizar las características mecánicas del concreto, en los ensayos de laboratorio, se recomienda cumplir con las normativas establecidas para la confiabilidad de sus resultados.

Para determinar la dosificación óptima, se recomienda adicionar la ceniza de tallo de algarrobo en valores iguales o inferiores al 5%, ya que porcentajes superiores resultan poco favorables a su resistencia.

Para el diseño de un pavimento rígido, existen varios métodos de cálculo; en la cual, se recomienda hacer el uso del método de AASHTO 93, ya que el procesamiento de sus datos resulta ser más confiables en el cálculo de la medida

del pavimento, con la ayuda de las hojas de cálculos y comprobarlos con el programa de Ecuación AASHTO 93.

Se determinó que el porcentaje óptimo en mejorar la resistencia del concreto y reducir el costo de diseño del pavimento rígido, es del 5 % de CTA. Por lo tanto, para la ejecución de futuros proyectos e investigaciones, se les recomienda realizar el análisis de costos, si resultan ser favorables y convenientes o no, sobre el uso de ceniza de tallo de algarrobo según la zona donde se ejecutará el proyecto.

REFERENCIAS

- ALFARO, E. (2019). *MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO SIMPLE CON ADICIONES DE CENIZA DE CHALA DE MAÍZ EN LA LOCALIDAD DE CHILCAYOC, PROVINCIA SUCRE-AYACUCHO*. Ayacucho.
- ALVARADO, J. N., ANDRADE, J. A., & HERNANDEZ, H. N. (2016). *ESTUDIO DEL EMPLEO DE CENIZAS PRODUCIDAS EN INGENIOS AZUCAREROS COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO PORTLAND EN EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO*. El Salvador.
- ANIK, G. A., KATHIRVEL, P., & MURALI, G. (2018). Effect of Utilizing Prosopis Juliflora Ash as Cementitious Material. . *International Journal of Engineering & Technology - India*, 4.
- ASTM. (16 de Abril de 2019). *Standard Test Method for Determination of Ash Content of Particulate Wood Fuels*. Obtenido de <https://www.astm.org/e1534-93r19.html>
- BACA, M., & BAZÁN, F. (2022). "Influencias en las propiedades fisiomecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el cemento por cascara de huevo y adicionando ceniza de bagazode caña de azucar, Abancay-2022". Lima.
- BARBOZA, R. A. (2022). *Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando cenizas de hojas de palto, Ayacucho- 2022*. Ayacucho.
- BASTIDAS, P. (2019). *Comportamiento de la ceniza de la cascarilla de arroz en las propiedades físico-mecánicas en mezclas de hormigón estándar*. QUITO - ECUADOR.
- BERNAOLA, Y., & GUARDAPUCLLA, H. (2021). *Influencia de la ceniza del tronco del eucalipto en las propiedades físico mecánicas del concreto de diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Anta, Cusco – 2021*. Cusco.
- BUIZA, J. K. (2022). *Propiedades físico mecánicas del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de ceniza de algarroba y ceniza de Ichu, Huaraz-2022*. Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/106116>
- CAIZA, K. J. (2017). *ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE EL HORMIGÓN ($F'c = 240 \text{ KG/CM}^2$), HORMIGÓN CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE Y HORMIGÓN CON ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO UTILIZANDO AGREGADOS DE LA PROVINCIA DEL NAPO*. Ecuador.
- CALLE, R. (23 de Julio de 2014). *El Algarrobo*. Obtenido de <https://www.ciencias.pe/el-algarrobo>
- CANUL, J., MORENO, E., & MENDOZA, J. (03 de 09 de 2016). Efecto de la ceniza volante en las propiedades mecánicas de concretos hechos con agregado. *Revista ALCONPAT*, 6(3), 235 – 247. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/alconpat/v6n3/2007-6835-alconpat-6-03-235-es.pdf>
- CARRASCO, S. (2006). *Metodología de la Investigación Científica*. Lima: Editorial San Marcos.

- CEMEX. (05 de Abril de 2019). *¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto?* Obtenido de [https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto-#:~:text=La%20resistencia%20a%20la%20compresi%C3%B3n%20simple%20es%20la%20caracter%C3%ADstica%20mec%C3%A1nica,por%20pulgada%20cuadrada%20\(psi\).](https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto-#:~:text=La%20resistencia%20a%20la%20compresi%C3%B3n%20simple%20es%20la%20caracter%C3%ADstica%20mec%C3%A1nica,por%20pulgada%20cuadrada%20(psi).)
- CÉSPEDES, M. A. (2003). *RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO A PARTIR DE LA VELOCIDAD DE PULSOS DE ULTRASONIDO*. PIURA.
- CHANDRASEKARAN, V. (2020). Characteristics Investigations of Dry Bamboo Ash Fractional Replaced Cement with in M25 Grade Concrete, India. *Annales de Chimie - Science des Matériaux (ACSM)*, 7.
- CHÁVEZ, E. Y. (2017). *Resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con cemento sustituido en 4% y 8% por la ceniza *Phragmites australis* "Carrizo"*. Chimbote - Perú.
- CHIMAN, A., CHIMAN, L., SANABRIA, L. E., & CORREA, J. W. (2014). Caracterización comparativa de agregados obtenidos de rocas ígneas usados en construcción vial. *Revista Infraestructura Vial*, 16(28), 5-12. doi:<https://doi.org/10.15517/iv.v16i28.14222>
- CHIQUILLAN, N. A. (2022). *Diseño del pavimento rígido adicionando fibra de acero al concreto en la avenida 21 de Junio Talavera – Apurímac - 2022*. Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Apurímac - Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/97249>
- CHUQUIHUACCHA, H. J., & MALCA, A. C. (2022). *Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{Kg/Cm}^2$, con adición de ceniza de madera de pino, Huaraz 2022*. Ancash.
- COTECNO. (2022). *COTECNO*. Obtenido de <https://www.cotecno.cl/medicion-del-contenido-de-aire-en-hormigon-mediante-el-metodo-de-aire-a-presion/>
- EDDY, H. (08 de Abril de 2011). *Notas de Concretos*. Obtenido de http://notasdeconcretos.blogspot.com/2011/04/resistencia-abrasion-del-concreto_08.html
- FIGUEIREDO, M. (2018). *Substituição parcial do cimento Portland por cinzas de bambu (Bambusa Vulgaris)*. Brasil.
- FLORES, N. B. (2022). *Resistencia del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ al sustituir porcentajes decemento por la combinación de ceniza de molle y eucalipto, Huaraz, 2022*. Ancash.
- FRANCO, A., SOUZA, G., BARRETO, G. F., SCHWANTES, N., & MORALES, G. (2019). Initial study of Eucalyptus Wood Ash (EWA) as a mineral admixture in concrete. *DYNA*, 8.
- GIORDANI, C., & LEONE, D. (2019). *PAVIMENTOS*. Obtenido de https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_ano/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf
- González Medrano, R. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia a compresión de un concreto convencional utilizando muestras cilíndricas y cúbicas*. Chiclayo. Recuperado el 10 de 03 de 2022, de <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/3950>
- GONZALEZ, E. A., MARTINEZ, D., GARCIA, A. M., RAMOS, G. M., CAMPOREDONDO, J. E., & CANO, B. B. (2019). Evaluación de una

- técnica alternativa para el análisis de ceniza en muestras de carbón.
GEOMIMET.
- GUZMAN, J., REYES, E., & MOLINA, O. I. (2020). EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL MORTERO QUE EMPLEA CENIZA VOLANTE COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO PÓRTLAND. *Revista Ciencia y Construcción*, 43-51.
- HERNANDEZ, R., FERNANDEZ, C., & BAPTISTA, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- ICG. (2021). *Instituto de la Construcción y Gerencia*. Obtenido de <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- IZQUIERDO, I., IZQUIERDO, O., & RAMALHO, M. (2018). Propiedades físicas y mecánicas del hormigón usando polvo residual de desechos orgánicos como reemplazo parcial del cemento. *Revista Ingeniería de Construcción*, 33(3), 229-240. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000300229>.
- LLACSAHUANGA, H. F., & PURIZACA, C. S. (2021). *Diseño de Mezcla de Concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Adicionando Ceniza de Bagazo de la Caña de Azúcar, Piura - 2021*. Piura-Perú.
- MARRUFO, A. (2019). *Evaluación superficial del pavimento rígido de la AV. Las Gaviotas, entre las cuadras de 1 al 8 de Chorrillos – Lima, 2019*. Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Lima. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/59690/B_Marrufo_FA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- MENDEZ, R. (2022). *Evaluar el efecto de la sustitución parcial del cemento con ceniza de aserrín de eucalipto en las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$, en la ciudad de Huanta – Ayacucho 2022*. Ayacucho.
- MILDAWATI, R., PURI, A., & HANDAYANI, M. Z. (2022). Effects of Corn Stalks Ash as A Substitution Material of Cement Due to the Concrete Strength of Rigid Pavement. Indonesia. *JGEET (Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology)*, 6.
- MOCHA, J. V., & PALACIOS, E. P. (2022). *Determinación de parámetros de diseño de pavimento rígido con la aplicación de ceniza de cascarilla de arroz con áridos de la Provincia del Azuay*. Tesis de pregrado, Universidad Católica de Cuenca, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/12803>
- MONTES, M. P., SEQUEIRA, W., ÁVILA, T., & AGUIAR, J. P. (2021). Evaluación del desempeño de los pavimentos rígidos en Costa Rica. *Revista Infraestructura Vial*, 23(42), 53-60. doi:<https://doi.org/10.15517/iv.v23i42.46947>
- NRMCA. (16 de 01 de 2017). *CIP 16 - Resistencia a Flexión del concreto*. Obtenido de <https://concretesupplyco.com/wp-content/uploads/2017/01/16pes.pdf>
- NTP. (2019). *NTP 339.088 Aguas*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/445076889/NTP-339-088-aguas>
- NURTANTO, D., JUNAIDI, I., WAHYUNINGTYAS, W., & YUNARNI, W. (2020). Comparación de la adición de ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de teja en cemento de geopolímero a base de cenizas volantes con

- cemento portland. *Revista ingeniería de la construcción*, 35(3), 287-294. doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732020000300287>
- ONU. (2016). *Naciones unidas*. Obtenido de <https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/page/objetivos-de-desarrollo-sostenible>
- ORTEGA, C. (2023). *QuestionPro*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/unidad-de-analisis/>
- PANADERO. (28 de Diciembre de 2022). *Usos para la ceniza de madera*. Obtenido de <https://panadero.com/es/usos-ceniza-madera/#:~:text=La%20ceniza%20de%20madera%20es,hogar%20como%20en%20la%20industria.>
- PARICAGUÁN, M. B., & MUÑOZ, C. J. (2019). Estudio de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar. *Revista INGENIERÍA UC*, 26(2), 202-212. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70760276009>
- PASQUEL, E. (1998). *TOPICOS DE TEGNOLOGIA DE CONCRETO EN EL PERU*. LIMA.
- PAULOSE, I., & BABU, S. (2021). EFFICIENCY ANALYSIS OF BANANA STEM ASH AS A SUPPLEMENTARY CEMENTITIOUS MATERIAL IN CONCRETE . *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) - India*, 7.
- PEREZ, Y. (2017). *Resistencia del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ sustituyendo al cemento en 4% y 8% por la ceniza de tronco de eucalipto (Eucalyptus Globulus)*. Chimbote-Perú.
- QUESQUEN CUMPA, D. (2019). *NFORME N° 3: PESO UNITARIO SUELTO – PESOUNITARIO COMPACTADO*. Lambayeque. Recuperado el 15 de 02 de 2022, de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-pedro-ruiz-gallo/tecnologia-de-los-materiales/peso-unitario-suelto-peso-unitario-compactado/5299527>
- SAAVEDRA, F. D., & SARMIENTO, A. B. (2021). *Mantenimiento de pavimento rígido y flexible para evitar un desgaste prematuro en vías urbanas*. Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma. Obtenido de <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/4748>
- SIERRA, J. D., & REYES, L. J. (2020). *Aplicación de caucho reciclado para uso en pavimento rígido : revisión, análisis y perspectivas de investigación*. Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/30434>
- SOUZA, G., FRANCO, A., SCHWANTES, N., MORALES, G., & BARRETO, G. F. (2019). Initial study of Eucalyptus Wood Ash (EWA) as a mineral admixture in concrete. *DYNA*, 8.
- STEDMAN, C. (Setiembre de 2021). *Ciencia de datos*. Obtenido de Computer Weekly: <https://www.computerweekly.com/es/definicion/Ciencia-de-datos>
- TOLEDO, N. (2023). *Población y Muestra*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/80531608.pdf>
- TORIBIO, D., & UGAZ, J. A. (2021). *Evaluación del concreto reforzado con fibras de acero recicladas para mejorar las propiedades de un pavimento rígido*. Tesis de pregrado, Universidad San Martín de Porres. Obtenido de <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/8860>
- UNKNOWN. (01 de Enero de 2009). *Componentes del Concreto*. Obtenido de <http://elconcreto.blogspot.com/2009/01/componentes-del-concreto.html>

ANEXOS

- Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables
- Anexo 2. Matriz de consistencia
- Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos
- Anexo 4. Certificado de validación del instrumento de recolección de datos
- Anexo 5. Cuadro de dosificaciones y resultados de antecedentes
- Anexo 6. Certificado de calibración de equipos e instrumentos
- Anexo 7. Ensayos de laboratorio
- Anexo 8. Parámetros de diseño para pavimentos rígidos
- Anexo 9. Diseño de pavimento rígido, método AASHTO 93
- Anexo 10. Análisis estadístico de resultados e hipótesis SPSS
- Anexo 11. Mapas y planos
- Anexo 12. Panel fotográfico
- Anexo 13. Normativa
- Anexo 14. Resultado de similitud del programa Turnitin

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo	El algarrobo es uno de los árboles forestales imponentes que posee propiedades antibacterianas, antifúngicas, antiparasitarias y también nutricionales. La ceniza de algarrobo es un elemento o material obtenido mediante la calcinación que contiene múltiples propiedades y minerales que conforman para la elaboración de variedades de productos.	Para la ejecución de este proyecto se utilizará una serie de porcentajes de dosificaciones para determinar la eficiencia y eficacia del concreto.	Dosificación	0%	Razón
				5%	
				8%	
				12%	
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Diseño de Pavimento Rígido	Es un proceso en la cual se determinan los espesores de la estructura del pavimento, en base a una serie de parámetros calculados como tráfico (ESAL), resistencia del concreto, serviciabilidad, módulo de ruptura, módulo de elasticidad, coeficiente de resistencia a la subrasante, coeficiente de transferencia de carga, coeficiente de drenaje, confiabilidad y desviación estándar.	El diseño del pavimento rígido se determina mediante el método de AASHTO 93.	Estudio de Mecánica de Suelos	Granulometría	Razón
				Límites de consistencia	
				CBR	
			Propiedades Físicas	Trabajabilidad	
				Peso unitario	
				Contenido de aire	
			Propiedades Mecánicas	Resistencia a la compresión	
Resistencia a la flexión					
Estimar costos	Resistencia a la abrasión				
	Costo por m ³				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Matriz de consistencia

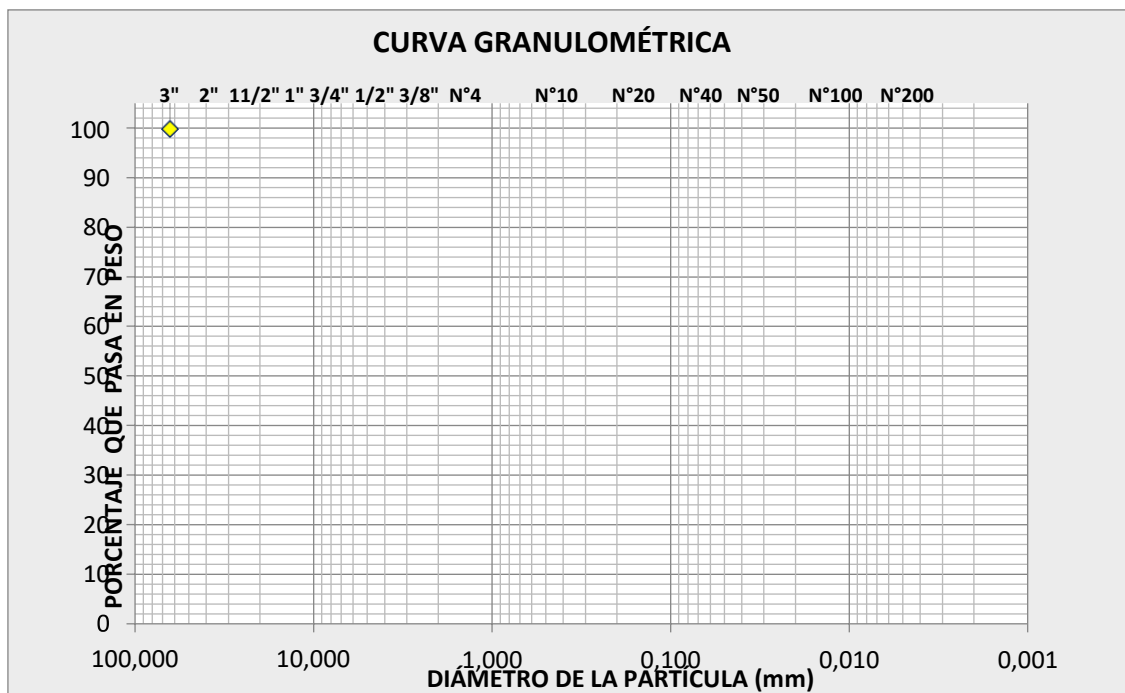
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA																						
<p>Problema general</p> <p>¿Cuál es el efecto de la ceniza del tallo de algarrobo en el concreto $f_c=210$ kg/cm²m para el diseño del pavimento rígido, Jr. Las Dalias del distrito de San Juan Bautista, Ayacucho - 2023?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>¿Cómo se puede obtener las cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido?, ¿Cuáles son las propiedades químicas de las cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido empleando concreto $f_c=210$ kg/cm²?, ¿Cuáles son las propiedades físicas de los agregados y diseño de mezcla del concreto $f_c=210$ kg/cm² con el aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido?, ¿Cuáles son las características físicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con el aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido?, ¿Cuáles son las propiedades mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con el aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido?, ¿Cuál es el porcentaje ideal con el aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo del concreto $f_c=210$ kg/cm² para diseñar el pavimento rígido?, ¿Cuál es el espesor de la losa de concreto en el diseño el pavimento rígido empleando concreto $f_c=210$ kg/cm² con el aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo? y ¿Cuál es la diferencia de los costos de la elaboración de mezcla y elaboración de pavimento rígido con el aumento parcial de ceniza de tallo de algarrobo empleando concreto $f_c=210$ kg/cm²?</p>	<p>Objetivo general.</p> <p>Determinar el efecto de la ceniza del tallo de algarrobo en el concreto $f_c=210$ kg/cm² para el diseño del pavimento rígido, Jr. Las Dalias del distrito de San Juan Bautista, Ayacucho-2023.</p> <p>Objetivos específicos.</p> <p>Identificar el procedimiento para la obtención de cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido empleando concreto $f_c=210$ kg/cm². Identificar las características químicas de las cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido empleando concreto $f_c=210$ kg/cm². Establecer las características físicas de los agregados y diseño de mezcla del concreto $f_c=210$ kg/cm² con aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido. Determinar las características físicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido. Determinar las características mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² con aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido. Determinar el porcentaje ideal con aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo del concreto $f_c=210$ kg/cm² para diseñar el pavimento rígido. Determinar el espesor de la losa de concreto en el diseño de pavimento rígido empleando concreto $f_c=210$ kg/cm² con aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo. Y estimar la diferencia de costos de la elaboración de mezcla y elaboración de pavimento rígido, entre el concreto patrón y el concreto con porcentaje óptimo con aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>El aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo afecta de manera positiva al diseñar al pavimento rígido empleando concreto $f_c=210$ kg/cm², Jr. Las Dalias del distrito de San Juan Bautista, Ayacucho-2023.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>La obtención de cenizas del tallo de algarrobo afecta positivamente para diseñar el pavimento rígido empleando concreto $f_c=210$ kg/cm². Las propiedades químicas de las cenizas del tallo de algarrobo afectan positivamente para diseñar el pavimento rígido empleando concreto $f_c=210$ kg/cm². El aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo afecta positivamente en las características físicas de los agregados y diseño de mezcla del concreto $f_c=210$ kg/cm² para diseñar el pavimento rígido. Con aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo afecta positivamente en las características físicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² para diseñar el pavimento rígido. Con aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo afecta positivamente en las características mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² para diseñar el pavimento rígido. El porcentaje ideal con aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo afecta positivamente en el concreto $f_c=210$ kg/cm² para diseñar el pavimento rígido. El espesor de la losa de concreto afecta positivamente en el diseño de pavimento rígido empleando concreto $f_c=210$ kg/cm² con aumento parcial de cenizas del tallo de algarrobo. Y el diseño de mezcla de pavimento rígido añadiendo parcialmente de ceniza de tallo de algarrobo afecta positivamente en la diferencia de costos del pavimento rígido.</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="4" style="width: 30%;">Dosificación</td> <td style="width: 30%;">0%</td> <td rowspan="4" style="width: 40%;">Razón</td> </tr> <tr> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>8%</td> </tr> <tr> <td>12%</td> </tr> </table> <p>Variable dependiente</p> <p>Diseño de Pavimento Rígido</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="3" style="width: 30%;">Estudio de Mecánica de Suelos</td> <td style="width: 40%;">Granulometría</td> <td rowspan="7" style="width: 30%;">Razón</td> </tr> <tr> <td>Límites de consistencia</td> </tr> <tr> <td>CBR</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Propiedades Físicas</td> <td>Trabajabilidad</td> </tr> <tr> <td>Peso unitario</td> </tr> <tr> <td>Contenido de aire</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Propiedades Mecánicas</td> <td>Resistencia a la compresión</td> </tr> <tr> <td>Resistencia a la abrasión</td> </tr> <tr> <td>Resistencia a la flexión</td> </tr> <tr> <td>Estimar costos</td> <td>Costo por m³</td> <td></td> </tr> </table>	Dosificación	0%	Razón	5%	8%	12%	Estudio de Mecánica de Suelos	Granulometría	Razón	Límites de consistencia	CBR	Propiedades Físicas	Trabajabilidad	Peso unitario	Contenido de aire	Propiedades Mecánicas	Resistencia a la compresión	Resistencia a la abrasión	Resistencia a la flexión	Estimar costos	Costo por m ³		<p>Tipo de Investigación:</p> <p>Aplicada.</p> <p>Nivel de Investigación:</p> <p>Explicativo.</p> <p>Diseño de Investigación:</p> <p>Cuasi – Experimental.</p> <p>Enfoque:</p> <p>Cuantitativo.</p> <p>Población:</p> <p>P1: Jr. Las Dalias del Distrito de San Juan Bautista - Ayacucho.</p> <p>P2: 36 probetas de concreto, 12 viguetas de concreto y 12 discos de concreto.</p> <p>Muestra:</p> <p>M1: Tramo 0+000 km hasta 0+325 km del Jr. Las Dalias del Distrito de San Juan Bautista.</p> <p>M2: 36 probetas de concreto, 12 viguetas de concreto y 12 discos de concreto.</p> <p>Muestreo:</p> <p>No probabilístico.</p> <p>Técnica:</p> <p>Observación directa</p> <p>Instrumento de recolección de datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fichas de recolección de datos - Equipos y herramientas de laboratorio. - Software de análisis de datos. <p>(Microsoft Word 2020, Microsoft Excel 2020, Civil 3d y S10 costo y presupuesto).</p>
Dosificación	0%	Razón																								
	5%																									
	8%																									
	12%																									
Estudio de Mecánica de Suelos	Granulometría	Razón																								
	Límites de consistencia																									
	CBR																									
Propiedades Físicas	Trabajabilidad																									
	Peso unitario																									
	Contenido de aire																									
Propiedades Mecánicas	Resistencia a la compresión																									
	Resistencia a la abrasión																									
	Resistencia a la flexión																									
Estimar costos	Costo por m ³																									

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
PRUEBA DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
(NORMA - NTP - 400.037)					
PROYECTO:	Diseño de Pavimento Rígido empleando concreto $f'c=210$ kg/cm ² con adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo, Jr. Las Dalias del distrito de San Juan Bautista, Ayacucho-2023				
RESPONSABLES DEL PROYECTO:	<ul style="list-style-type: none"> - Farfan Romani, Jhon Alex - Quispe Reyes, Yuan 				
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA:			MUESTRA	CANTERA	
PROFUNDIDAD:		FECHA:			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
POZO / MUESTRA					
PROFUNDIDAD (m)	-				
P. ORIGINAL (gr)					
PERD. LAVADO (gr)					
P. TAMIZADO (gr)					
ABERT. MALLA		PESO			
Nº Malla	Abertura (mm)	P. Retenido (gr)	% Peso Ret.	% Peso Ret. Acum.	% Peso que Pasa
3 1/2"	88.90				
3"	76.20				
2 1/2"	63.50				
2"	50.80				
1 1/2"	38.10				
1"	25.40				
3/4"	19.10				
1/2"	12.70				
3/8"	9.520				
1/4"	6.350				
Nº 4	4.760				
Nº 8	2.360				
Nº 10	2.000				
Nº 16	1.190				

Nº 20	0.840				
Nº 30	0.590				
Nº 40	0.420				
Nº 50	0.300				
Nº 80	0.177				
Nº 100	0.149				
Nº 200	0.074				
PLATILLO					
SUMATORIA PLAT.					
SUMA TOTAL					
P.VOL. COMP. (gr/cm3)					
P. VOL. SUELTO (gr/cm3)					
P. E. REL. SOLIDOS (gr/cm3)					
CONT. DE SALES (%)					
HUMEDAD NATURAL (%)					
CLASIFICACIÓN SUCS					
CLASIFICACIÓN AASHTO					




COLEGIO DE INGENIEROS DE CHILE
 Colegio Departamental de Ingenieros
Lourdes Arce Salazar
LOURDES ARCE SALTAZAR SANCHEZ
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 193733


 Ing. WILDER HUAMAN SOSA
 Ingeniero Civil
 Reg. Colegio de Ingenieros N° 223888


Cristian Arnaldo Caiero Alemán
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 224259



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

FICHA DE REPORTE DE LABORATORIO PARA AGREGADOS

Proyecto:	Diseño de Pavimento Rígido empleando concreto $f'c=210$ kg/cm ² con adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo, Jr. Las Dalias del distrito de San Juan Bautista, Ayacucho-2023
Nombre del responsable	- Farfan Romani, Jhon Alex - Quispe Reyes, Yuan
Fecha de prueba	:

AGREGADO GRUESO

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM-D2216) (gr.)

N° tara		
P. tara+suelo humedo (gr)		
P. tara+suelo seco (gr)		

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO (ASTM-D421)

N° tara		
P. tara+suelo seco (gr)		
P. tara+suelo seco lav. (gr)		

N° TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO (gr)
2"		
1½"		
1"		
¾"		
½"		
3/8"		
N° 4		
N° 8		
N° 200		
Fondo		

PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO

SUELTO		COMPACTO	
N°.	MOLDE:	N°.	MOLDE:
1			
2			
3			
4			

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION GRUESO

N° DE TARA		
P. MUESTRA AL AIRE + TARA		
PESO DE MUESTRA SUMERGIDO EN AGUA		
P. MUESTRA EN HORNO + TARA		

AGREGADO FINO

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM-D2216) (gr.)

N° tara		
P. tara+suelo humedo (gr)		
P. tara+suelo seco (gr)		

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO (ASTM-D421)

N° tara		
P. tara+suelo seco (gr)		
P. tara+suelo seco lav. (gr)		

N° TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO (gr)
N° 4		
N° 8		
N° 16		
N° 30		
N° 50		
N° 100		
N° 200		
Fondo		

PESO UNITARIO AGREGADO FINO

SUELTO		COMPACTO	
N°.	MOLDE:	N°.	MOLDE:

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION FINO

PICNOMETRO O MATRAZ	M - 1	M - 2
N° DE TARA		
P. MUESTRA AL AIRE + TARA	500 (gr)	500 (gr)
P. MATERIAL + MATRAZ+AGUA		
P. MUESTRA EN HORNO + TARA		


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Lourdes Angel Baltazar Salazar
 Ingeniera Civil
 CIP. N° 183733


 Ing. WILDER HUAMAN SOSA
 Ingeniero Civil
 Reg. Colegio de Ingenieros N° 223888


Cristian Arnaldo Calero Alemán
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 234359



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

FICHA DE REPORTE DE LABORATORIO PRUEBA RESISTENCIA A LA COMPRESION

Proyecto:	Diseño de Pavimento Rígido empleando concreto $f'c=210$ kg/cm ² con adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo, Jr. Las Dalias del distrito de San Juan Bautista, Ayacucho-2023
Nombre del responsable	- Farfan Romani, Jhon Alex - Quispe Reyes, Yuan
Fecha de prueba	:
Norma de referencia	: NTP 339.034

Dosificación	Curado	Muestra	Dimenciones		Tipo de falla	Carga (kg)	F'c (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
			Diametro (cm)	Area (cm ²)				
0%	7 días	M1						
		M2						
		M3						
	14 días	M1						
		M2						
		M3						
	28 días	M1						
		M2						
		M3						
5%	7 días	M1						
		M2						
		M3						
	14 días	M1						
		M2						
		M3						
	28 días	M1						
		M2						
		M3						
8%	7 días	M1						
		M2						
		M3						
	14 días	M1						
		M2						
		M3						
	28 días	M1						
		M2						
		M3						
12%	7 días	M1						
		M2						
		M3						
	14 días	M1						
		M2						
		M3						
	28 días	M1						
		M2						
		M3						


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Lourdes Angélica Baltazar Sánchez
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 183733


 Ing. WILDER HUAMAN SOSA
 Ingeniero Civil
 Reg. Colegio de Ingenieros N° 223888


 Cristian Arnaldo Calero Alemán
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 234259



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE REPORTE DE LABORATORIO PRUEBA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Proyecto:	Diseño de Pavimento Rígido empleando concreto $f'c=210$ kg/cm ² con adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo, Jr. Las Dalias del distrito de San Juan Bautista, Ayacucho-2023
Nombre del responsable	- Farfan Romani, Jhon Alex - Quispe Reyes, Yuan
Fecha de prueba	:
Norma de referencia	: NTP 339-078

Dosificación	Curado	Muestra	Dimensiones			Carga (kg)	Módulo de Ruptura (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
			Alto (cm)	Ancho (cm)	Luz libre (cm)			
0%	28 días	M1						
		M2						
		M3						
6.5%	28 días	M1						
		M2						
		M3						
10%	28 días	M1						
		M2						
		M3						
15%	28 días	M1						
		M2						
		M3						

APELLIDOS Y NOMBRES: DNI/CIP:

TELÉFONO:

FIRMA:





FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE REPORTE DE LABORATORIO PRUEBA DE ABRASION AL CONCRETO

Proyecto:	Diseño de Pavimento Rígido empleando concreto $f'c=210$ kg/cm ² con adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo, Jr. Las Dalias del distrito de San Juan Bautista, Ayacucho-2023
Nombre del responsable	- Farfan Romani, Jhon Alex - Quispe Reyes, Yuan
Fecha de prueba	:
Norma de referencia	

Dosificación	Curado	Muestra	Dimensiones				
			Diametro (cm)	Altura (cm)			
0%	28 días	M1					
		M2					
		M3					
6.5%	28 días	M1					
		M2					
		M3					
10%	28 días	M1					
		M2					
		M3					
15%	28 días	M1					
		M2					
		M3					

APELLIDOS Y NOMBRES: DNI/CIP: TELÉFONO:	FIRMA:
--	--------


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Lourdes Amparo Baltazar Sánchez
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 193733


Ing. WILDER HUAMAN SOSA
Ingeniero Civil
Reg. Colegio de Ingenieros N° 223888


Cristian Arnaldo Calero Alemán
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 234359



FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL

FICHA DE REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO-SELECCIÓN DE
CENIZADE ALGARROBO

Proyecto:	Diseño de Pavimento Rígido empleando concreto $f'c=210$ kg/cm ² con adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo, Jr. Las Dalias del distrito de San Juan Bautista, Ayacucho-2023
Nombre del responsable	- Farfan Romani, Jhon Alex - Quispe Reyes, Yuan
Fecha de prueba	:
Peso de la muestra	:

SELECCIÓN DE CENIZA DE ALGARROBA

OBSERVACIÓN DE:		SELECCIÓN
COLOR	¿Tiene color uniforme?	
PESO	¿Tiene peso ligero?	
HUMEDAD	%	
PARTÍCULAS DE AIRE	%	

CANTIDAD EXTRAÍDA DE CENIZA DE ALGARROBO:	OBSERVACION:
---	--------------

APELLIDOS Y NOMBRES:	FIRMA:
DNI/CIP:	
TELÉFONO:	
APELLIDOS Y NOMBRES:	FIRMA:
DNI/CIP:	
TELÉFONO:	
APELLIDOS Y NOMBRES:	FIRMA:
DNI/CIP:	
TELÉFONO:	



Ing. WILDER HUAMAN SOSA
Ingeniero Civil
Reg. Colegio de Ingenieros N° 223888

Cristian Arnaldo Calero Alemán
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 234259

Anexo 4. Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Baltazar Sahuanay Lourdes

N° de registro CIP : 193733

Especialidad : Ing. Civil

Instrumento de evaluación : PRUEBA GRANULOMÉTRICO, PRUEBA DE COMPRESIÓN, PRUEBA ABSORCIÓN, PRUEBA QUÍMICO A CENIZAS.

Autor (s) del instrumento (s): Farfan Romani, Jhon Alex y Quispe Reyes, Yuan

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: concreto f'c=210 kg/cm2 con adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: concreto f'c=210 kg/cm2 con adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: concreto f'c=210 kg/cm2 con adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						50

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

50



I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Huamán Sosa Wilder

N° de registro CIP : 223889

Especialidad : Ing. Civil

Instrumento de evaluación : PRUEBA GRANULOMÉTRICO, PRUEBA DE COMPRESIÓN,
PRUEBA ABSORCIÓN, PRUEBA QUÍMICO A CENIZAS.

Autor (s) del instrumento (s): Farfan Romani, Jhon Alex y Quispe Reyes, Yuan

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: concreto f'c=210 kg/cm2 con adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: concreto f'c=210 kg/cm2 con adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: concreto f'c=210 kg/cm2 con adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL		50				

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

50


Ing. WILDER HUAMAN SOSA
Ingeniero Civil
Reg. Colegio de Ingenieros N° 223889

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Calero Alemán Cristian
Arnaldo

N° de registro CIP : 234359

Especialidad : Ing. Civil

Instrumento de evaluación : PRUEBA GRANULOMÉTRICO, PRUEBA DE COMPRESIÓN,
PRUEBA ABSORCIÓN, PRUEBA QUÍMICO A CENIZAS.

Autor (s) del instrumento (s): Farfan Romani, Jhon Alex y Quispe Reyes, Yuan

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: concreto f'c=210 kg/cm2 con adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: concreto f'c=210 kg/cm2 con adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: concreto f'c=210 kg/cm2 con adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL		50				

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

50


Cristian Arnaldo Calero Alemán
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 234359

Anexo 5. Cuadro de dosificaciones y resultados de antecedentes

ANTECEDENTES	AUTORES	PORCENTAJES Y RESISTENCIAS A LOS 28 DIAS					(%) OPTIMO
INTERNACIONAL	MILDAWATI, PURI & HANDAYANI (Ceniza de tallo de maíz)	0%	3%	5%	7%	9%	7%
	ANIK, KATHIRVEL & MURALI (Ceniza de tallo de Prosopis juliflora)	0%	10%	20%	30%	40%	10%
	MOCHA & PALACIOS (cenizas de cascarilla de arroz)	5%	8%	10%	13%		13%
NACIONAL	CHUQUIHUACCHA & MALCA (ceniza de madera de pino)	0%	5%	10%	15%		0%
	PEREZ (cenizas de tronco de eucalipto)	4%		8%			8%
	BERNAOLA & GUARDAPUCLLA (cenizas de tronco de eucalipto)	0%	5%	9%	13%		9%
	CHÁVEZ (cenizas de tallo de carrizo)	4%		8%			4%
	MENDEZ (ceniza de aserrín de eucalipto)	0%	3%	5%	7%		3%
REGIONAL							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Certificado de calibración de equipos e instrumentos



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-420-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 131-2022
Fecha de Emisión : 2022-09-29

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : HENKEL

Modelo : FA2004

Número de Serie : GK109136

Alcance de Indicación : 200 g (*)

División de Escala de Verificación (e) : 1 mg

División de Escala Real (d) : 0,1 mg

Procedencia : NO INDICA

Identificación : LS-06

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-09-24

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida 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 en 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 en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. 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.

3. Método de Calibración

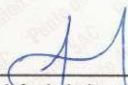
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de MATESTLAB S.A.C.
MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

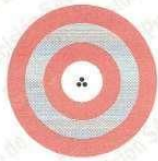

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-420-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	20,6	21,5
Humedad Relativa	56,8	62,6

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	IP-296-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 200,0004 g
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 199,9982 g para una carga de 200,0000 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud I, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	21,5			21,1		
	Carga L1= 100,0002 g			Carga L2= 200,0004 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
2	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
3	100,0001	0,0	-0,1	200,0000	0,0	-0,4
4	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
5	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
6	100,0000	0,0	-0,2	200,0001	0,0	-0,3
7	100,0001	0,0	-0,1	200,0000	0,0	-0,4
8	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
9	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
10	100,0000	0,0	-0,2	200,0000	0,0	-0,4
Diferencia Máxima				0,1		
Error máximo permitido	± 2 mg			± 3 mg		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio

Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 345 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : T 271-2022
Fecha de emisión : 2022-07-12

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.
Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAIXIAL

Marca de Prensa : FORNEY
Capacidad de Prensa : 100 t
Marca de indicador : FORNEY
Modelo de Indicador : TA-1252
Serie de Indicador : NO INDICA
Marca de Transductor : FORNEY
Modelo de Transductor : NO INDICA
Serie de Transductor : 10450112
Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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.

Punto de Precision S.A.C 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.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.
10 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración
La Calibracion se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA INDICADOR	AEP TRANSDUCERS AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2022	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

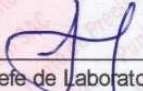
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,8	20,6
Humedad %	76	76

7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 345 - 2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	9995	10017	0,05	-0,17	10005,6	-0,06	-0,22
20000	20072	20102	-0,36	-0,51	20087,1	-0,43	-0,15
30000	30087	30131	-0,29	-0,44	30108,7	-0,36	-0,15
40000	40130	40270	-0,33	-0,68	40200,2	-0,50	-0,35
50000	50217	50277	-0,43	-0,55	50246,7	-0,49	-0,12
60000	60372	60369	-0,62	-0,62	60370,8	-0,61	0,01
70000	70496	70393	-0,71	-0,56	70444,3	-0,63	0,15

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación : $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 0,9928x + 79,177$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

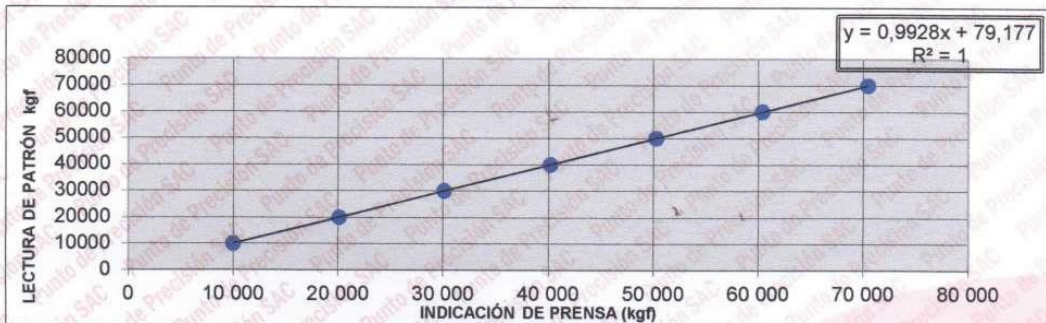
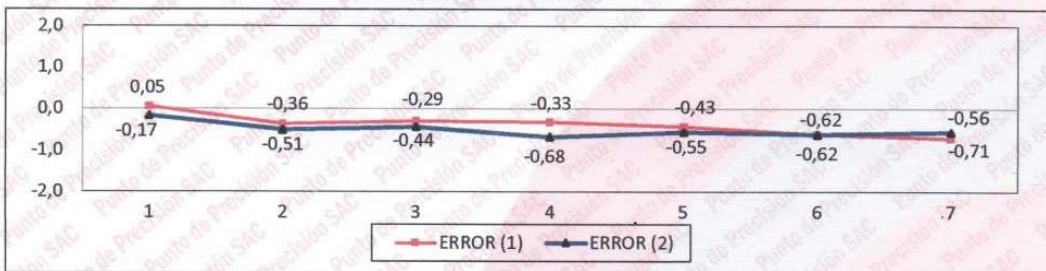


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-417-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 131-2022
Fecha de Emisión : 2022-09-29

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : NEW CLASSIC

Modelo : WT6002G

Número de Serie : 150921008

Alcance de Indicación : 600 g

División de Escala de Verificación (e) : 0,01 g

División de Escala Real (d) : 0,01 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : LS-09

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-09-22

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida 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 en 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 en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. 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.

3. Método de Calibración

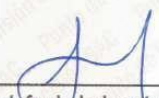
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOP.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de MATESTLAB S.A.C.
MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-417-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	21,7	21,7
Humedad Relativa	60,1	60,1

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE20-C0772-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 600,00 g
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 599,70 g para una carga de 600,00 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición


INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 300,00 g			Carga L2= 600,00 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	299,99	0,003	-0,008	599,99	0,002	-0,007
2	299,99	0,004	-0,009	599,99	0,001	-0,006
3	299,98	0,002	-0,017	599,98	0,003	-0,018
4	299,99	0,004	-0,009	599,99	0,002	-0,007
5	299,99	0,001	-0,006	599,99	0,001	-0,006
6	299,99	0,002	-0,007	599,99	0,002	-0,007
7	299,98	0,001	-0,016	599,98	0,002	-0,017
8	299,99	0,002	-0,007	599,99	0,001	-0,006
9	299,99	0,003	-0,008	599,99	0,003	-0,008
10	299,99	0,004	-0,009	599,99	0,002	-0,007
Diferencia Máxima			0,011	0,012		
Error máximo permitido ±			0,03 g	± 0,03 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

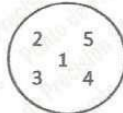
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-417-2022

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	0,10	0,10	0,006	-0,001	200,00	199,99	0,003	-0,008	-0,007
2		0,10	0,005	0,000		199,99	0,002	-0,007	-0,007
3		0,10	0,005	0,000		199,99	0,004	-0,009	-0,009
4		0,10	0,004	0,001		199,98	0,003	-0,018	-0,019
5		0,10	0,006	-0,001		200,00	0,006	-0,001	0,000

Temp. (°C) Inicial: 21,7 Final: 21,7

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,03 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0,100	0,10	0,006	-0,001						
0,200	0,20	0,008	-0,003	-0,002	0,20	0,009	-0,004	-0,003	0,01
5,000	5,00	0,007	-0,002	-0,001	5,00	0,006	-0,001	0,000	0,01
20,000	20,00	0,006	-0,001	0,000	20,02	0,008	0,017	0,018	0,01
50,000	49,99	0,003	-0,008	-0,007	49,99	0,005	-0,010	-0,009	0,01
100,000	100,02	0,009	0,016	0,017	100,03	0,008	0,027	0,028	0,02
150,000	150,01	0,004	0,011	0,012	150,00	0,006	-0,001	0,000	0,02
200,000	200,01	0,002	0,013	0,014	200,00	0,007	-0,002	-0,001	0,02
400,001	400,02	0,003	0,021	0,022	400,01	0,004	0,011	0,011	0,03
500,000	500,00	0,008	-0,003	-0,002	500,02	0,005	0,020	0,021	0,03
600,000	600,03	0,009	0,026	0,027	600,03	0,009	0,026	0,027	0,03

Temp. (°C) Inicial: 21,7 Final: 21,7

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 4,24 \times 10^{-5} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{8,17 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 8,06 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-418-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 131-2022
Fecha de Emisión : 2022-09-29

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : EB30

Número de Serie : 8031307548

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala de Verificación (e) : 1 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : LS-10

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-09-22

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida 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 en 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 en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. 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.

3. Método de Calibración

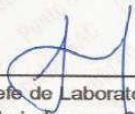
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de MATESTLAB S.A.C.
MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-418-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Minima	Máxima
Temperatura	21,7	21,9
Humedad Relativa	61,1	61,1

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE20-C0772-2021
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-007-2021
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-006-2021
	Pesa (exactitud F2)	LM-114-2021
	Pesa (exactitud F2)	LM-115-2021
	Pesa (exactitud F2)	LM-116-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 983 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	21,7			21,8		
	Carga L1= 15 000 g			Carga L2= 30 000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,7	-0,3	30 000	0,6	-0,2
2	15 000	0,6	-0,2	30 000	0,5	-0,1
3	15 000	0,6	-0,2	30 000	0,8	-0,4
4	15 000	0,8	-0,4	30 000	0,8	-0,4
5	15 001	0,3	1,1	30 000	0,6	-0,2
6	15 000	0,9	-0,5	30 000	0,9	-0,5
7	15 000	0,6	-0,2	30 000	0,6	-0,2
8	15 000	0,5	-0,1	30 000	0,7	-0,3
9	15 000	0,8	-0,4	30 000	0,8	-0,4
10	15 000	0,7	-0,3	30 000	0,6	-0,2
Diferencia Máxima	1,6			0,4		
Error máximo permitido	± 2 g			± 3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 369 - 2022

Página : 1 de 4

Expediente : 131-2022
Fecha de emisión : 2022-09-25

1. Solicitante : MATESTLAB S.A.C.

Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL
2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Indicación : DIGITAL

Marca del Equipo : PERUTEST
Modelo del Equipo : PT-H136
Serie del Equipo : 0120
Capacidad del Equipo : 134 L
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de indicador : AUTOCOMP
Modelo de indicador : TCD
Serie de indicador : NO INDICA
Temperatura calibrada : 110 °C

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

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.

Punto de Precisión S.A.C 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.

3. Lugar y fecha de Calibración

MZA. A LOTE. 24 INT. 2 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA
24 - SETIEMBRE - 2022

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	APPLENT	150-CT-T-2022	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,3	21,4
Humedad %	65	65

7. Conclusiones

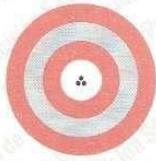
La estufa se encuentra fuera de los rangos $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 369 - 2022

Página : 2 de 4

CALIBRACIÓN PARA 110 °C

Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔTMax. - TMin. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110	108,9	109,1	113,7	108,3	118,8	109,4	107,1	106,7	110,2	111,6	110,4	12,1
2	110	108,6	109,6	113,2	108,5	118,6	109,6	107,5	106,6	110,2	111,2	110,4	12,0
4	109	108,5	109,3	113,2	108,6	118,5	109,3	107,2	106,5	110,3	111,3	110,3	12,0
6	110	108,2	109,2	113,3	108,5	118,3	109,2	107,4	106,3	110,2	111,2	110,2	12,0
8	110	108,2	109,0	113,0	108,3	118,5	109,3	107,2	106,2	110,3	111,3	110,1	12,3
10	109	108,4	109,0	113,0	108,2	118,4	109,2	107,3	106,3	110,2	111,3	110,1	12,1
12	110	108,2	109,5	113,2	108,3	118,0	109,5	107,5	106,2	110,3	111,0	110,2	11,8
14	110	108,3	109,3	113,2	108,2	118,0	109,3	107,2	106,3	110,2	111,3	110,1	11,7
16	110	108,5	109,6	113,2	108,0	118,0	109,6	107,0	106,5	110,3	111,2	110,2	11,5
18	109	108,6	109,1	113,2	108,0	118,2	109,5	107,0	106,3	110,3	111,4	110,2	11,9
20	110	108,5	109,2	113,1	108,3	118,0	109,6	107,5	106,2	110,6	111,2	110,2	11,8
22	110	108,3	109,3	113,0	108,2	118,2	109,2	107,2	106,5	110,3	111,5	110,2	11,7
24	110	108,3	109,5	113,3	108,5	118,0	109,6	107,3	106,0	110,2	111,2	110,2	12,0
26	109	108,0	109,6	113,2	108,6	118,0	109,2	107,4	106,0	110,3	111,1	110,1	12,0
28	110	108,6	109,6	113,4	108,4	118,2	109,3	107,5	106,4	110,0	111,3	110,3	11,8
30	109	108,2	109,3	113,6	108,6	118,4	109,3	107,6	106,3	110,3	111,3	110,3	12,1
32	110	108,3	109,2	113,2	108,5	118,3	109,6	107,5	106,2	110,3	111,3	110,2	12,1
34	110	108,4	109,6	113,3	108,5	118,2	109,5	107,2	106,2	110,3	111,3	110,3	12,0
36	109	108,2	109,5	113,2	108,2	118,5	109,6	107,2	106,3	110,5	111,3	110,3	12,2
38	110	108,5	109,6	113,3	108,3	118,5	109,5	107,3	106,5	110,3	111,6	110,3	12,0
40	109	108,3	109,2	113,2	108,2	118,6	109,6	107,2	106,2	110,6	111,3	110,2	12,4
42	110	108,4	109,5	113,0	108,2	118,2	109,5	107,4	106,3	110,3	111,0	110,2	11,9
44	109	108,7	109,6	113,0	108,5	118,0	109,6	107,2	106,2	110,2	111,0	110,2	11,8
46	110	108,6	109,3	113,2	108,3	118,0	109,6	107,5	106,3	110,1	111,1	110,2	11,7
48	110	108,5	109,2	113,3	108,0	118,5	109,5	107,4	106,2	110,1	111,2	110,2	12,3
50	110	108,6	109,6	113,2	108,4	118,3	109,6	107,6	106,5	110,3	111,3	110,3	11,8
52	109	108,5	109,2	113,6	108,6	118,4	109,4	107,2	106,5	110,3	111,3	110,3	11,8
54	110	108,2	109,4	113,2	108,5	118,2	109,0	107,3	106,2	110,2	111,3	110,2	12,0
56	110	108,3	109,6	113,5	108,8	118,5	109,0	107,4	106,3	110,5	111,2	110,3	12,2
58	109	108,5	109,5	113,6	108,5	118,5	109,6	107,2	106,5	110,3	111,3	110,4	12,0
60	110	108,6	109,5	113,2	108,6	118,2	109,5	107,5	106,6	110,3	111,2	110,3	11,6
T. PROM	109,7	108,4	109,4	113,3	108,4	118,3	109,4	107,3	106,3	110,3	111,3	110,2	
T. MAX	110,0	108,9	109,6	113,7	108,8	118,8	109,6	107,6	106,7	110,6	111,6		
T. MIN	109,0	108,0	109,0	113,0	108,0	118,0	109,0	107,0	106,0	110,0	111,0		
DTT	1,0	0,9	0,6	0,7	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	118,8	0,4
Mínima Temperatura Medida	106,0	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,9	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	12,0	0,3
Estabilidad Media (±)	0,45	0,02
Uniformidad Media	12,8	0,1

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición
 Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.
 La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



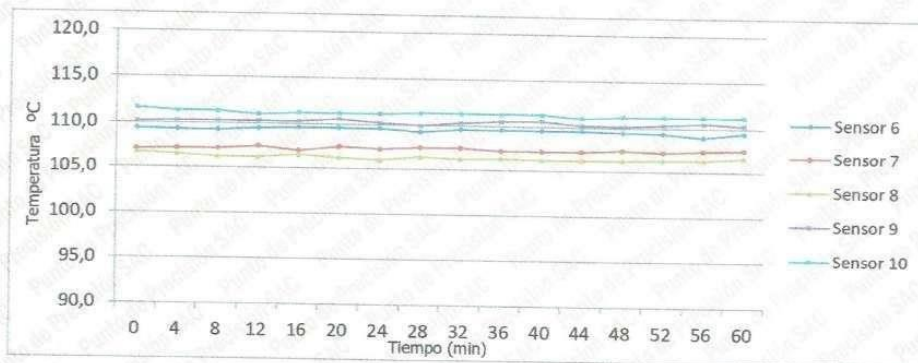
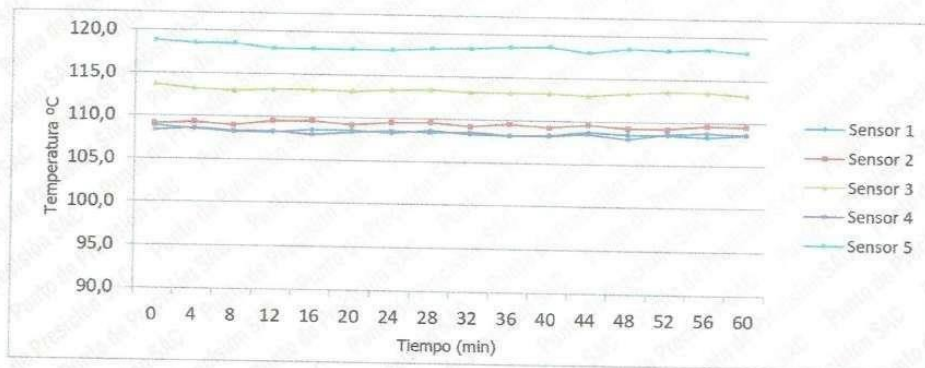
Punto de Precisión SAC


PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

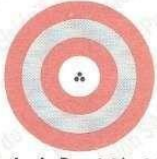
CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 369 - 2022

Página : 3 de 4

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

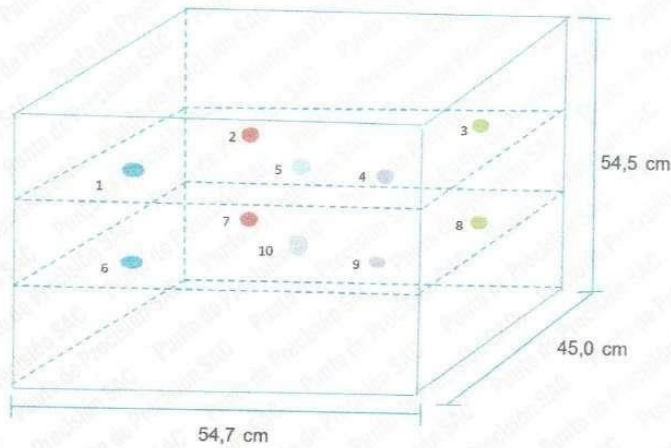
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 369 - 2022

Página : 4 de 4

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demas sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura mas alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Anexo 7. Ensayos de laboratorio



MATESTLAB S.A.C.
Laboratorio de Ensayos de Materiales

INFORME DE ENSAYO

CQ-2300537-01

1. DATOS DEL CLIENTE

- a. **Solicitante** : FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN
- b. **Tesis** : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023".

2. FECHAS DE ENSAYO

- a. **Inicio** : 10/04/2023
- b. **Finalización** : 12/04/2023
- c. **Emisión de Informe** : 14/04/2023

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

- a. **Temperatura** : 200-500 °C
- b. **Humedad Relativa** : 20%

4. ENSAYO SOLICITADO Y MÉTODO UTILIZADO

- a. **Ensayo solicitado / Método solicitado** : COMPOSICIÓN QUÍMICA DE OXIDOS / FLUORESCENCIA DE RAYOS X

MATESTLAB S.A.C.

.....
KELY YANIRA TINOCO LOZADA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 183993



Jr. Apurimac N°3263, Urb. Perú, San Martín de Porres



975232841
922318222



informes@laboratoriomatestlab.com
www.laboratoriomatestlab.com



MATESTLAB S.A.C.
Laboratorio de Ensayos de Materiales

5. DATOS DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

TABLA 1: DATOS DE LA MUESTRA A ENSAYAR

CÓDIGO	NOMBRE DE PRODUCTO	INFORMACIÓN ADICIONAL
MTL-230-37	Ceniza del tallo de algarrobo	Código de muestra: CE073 Toma de muestra: 10/04/2023

* Los resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio por parte del solicitante.

6. RESULTADOS

a. Resultados obtenidos:

TABLA 2: RESULTADOS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA

CÓDIGO	ENSAYOS	UNIDAD	RESULTADO
MTL-230-37	Determinación de óxido de calcio (CaO)	%	8.721
	Determinación de dióxido de silicio (SiO ₂)	%	59.21
	Determinación de trióxido de azufre (SO ₃)	%	0.152
	Determinación de óxido de magnesio (MgO)	%	1.56
	Determinación de óxido de manganeso (MnO)	%	0.366
	Determinación de trióxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	%	16.782
	Determinación de pentóxido de fósforo (P ₂ O ₃)	%	2.073
	Determinación de trióxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	%	4.573
	Determinación de óxido de bario (BaO)	%	0.05
	Determinación de óxido de zinc (ZnO)	%	0.036
	Determinación de óxido de cobre (CuO)	%	0.027
	Determinación de trióxido de cromo (CrO ₃)	%	0.85
	Otros	%	5.6

* Los resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio por parte del solicitante.

MATESTLAB S.A.C.

KELY YANINA ZANGULO LOZADA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 183959

	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	17-04-2023
		Página	1 de 4

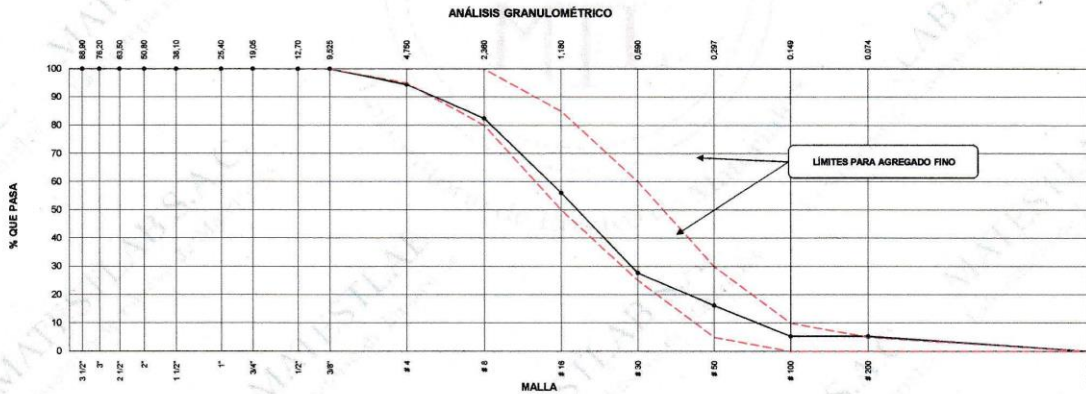
ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO

PROYECTO	: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023"	REGISTRO N°:	2023 - TS37
SOLICITANTE	: FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN	REALIZADO POR :	D. CHINGA
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	K. TINOCO
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	TURNO :	Diumo
FECHA DE EMISIÓN	: 17/04/2023		


Procedencia de Muestra : AGREGADOS DE FERRETERIA
 Lote : ---
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	37.7	5.54	5.54	94.46	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	82.0	12.05	17.58	82.42	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	180.0	26.44	44.03	55.97	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	193.0	28.35	72.38	27.62	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	78.0	11.46	83.84	16.16	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	74.0	10.87	94.71	5.29	0.00	10.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	94.71	5.29	0.00	5.00
Fondo	0.01 mm	36.0	5.29	100.00	0.00	0.00	0.00

MÓDULO DE FINEZA	3.18
TMN	---



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma:   MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC 20004736972 NICOLE CUMPA BARRETO ABOGADA GENERAL

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	17-04-2023
		Página	1 de 1

ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO

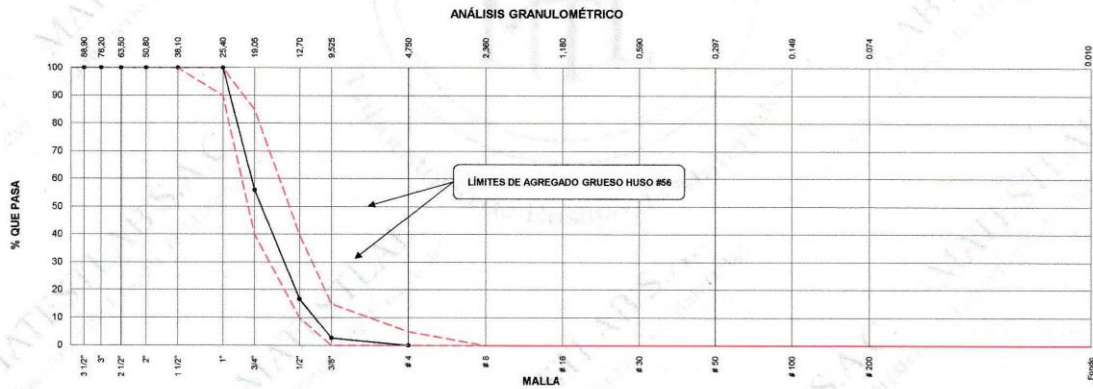
PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023" REGISTRO N°: 2023-TS37

SOLICITANTE : FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN REALIZADO POR : D. CHINGA
 CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : K.TINOCO
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC
 FECHA DE EMISIÓN : 17/04/2023 TURNO : Diurno


Código de Muestra : ---
 Lote : ---
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	90.00	100.00
3/4"	19.05 mm	1172.3	44.07	44.07	55.93	40.00	85.00
1/2"	12.70 mm	1045.6	39.30	83.37	16.63	10.00	40.00
3/8"	9.53 mm	372.1	13.99	97.36	2.64	0.00	15.00
# 4	4.75 mm	70.3	2.64	100.00	0.00	0.00	5.00
# 8	2.36 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 16	1.18 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 30	0.59 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 50	0.30 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 100	0.15 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	0.0	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00

MÓDULO DE FINEZA	7.41
TM	1"
TMN	3/4"



MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma:   MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183959	Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC/ 20204736672 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

	CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C566-19	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	17-04-2023
		Página	1 de 1


ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO

PROYECTO	: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023"	REGISTRO N°:	2023 - TS37
SOLICITANTE	: FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN	REALIZADO POR :	D. CHINGA
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	K.TINOCO
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	TURNO :	Diurno
FECHA DE EMISIÓN	: 17/04/2023		
Muestra	: AGREGADO FINO		
Lote	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	DATOS	CANTERA
1	Masa del recipiente	g	180.5	FERRETERIA
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	898.5	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	876.8	

CONTENIDO DE HUMEDAD	%	3.12
----------------------	---	------

MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y Firma: MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINDCO LOZADA INGENIERO CIVIL RUC CIP N° 83999	Nombre y firma: 
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales		MATESTLAB S.A.C. RUC 20084736572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

	CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C566-19	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	17-04-2023
		Página	1 de 1


ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023*	REGISTRO N°:	2023 - TS37
SOLICITANTE	: FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN	REALIZADO POR :	D. CHINGA
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	K.TINOCO
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	TURNO :	Diurno
FECHA DE EMISIÓN	: 17/04/2023		
Muestra	: AGREGADO GRUESO		
Lote	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	DATOS	CANTERA
1	Masa del recipiente	g	236.2	FERRETERIA
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	3380.1	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	3222.6	

CONTENIDO DE HUMEDAD	%	5.27
-----------------------------	---	-------------

MATESTLAB SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma:   MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC 20604736572 NICOLLE CUMPA BARRETO INGENIERA GENERAL


	INFORME	Código	MTL-005
	DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15	Versión	01
		Fecha	17-04-2023
		Página	1 de 1

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALÍAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023"
 Registro N°: **2023-TS37**
 Realizado por : D.CASTILLO
 Solicitante : FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN
 Revisado por : K. TINOCO
 UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC
 Fecha de Ensayo: 17/04/2023
 MATERIAL : AGREGADO FINO
 Turno: Diurno

Código de Muestra : ---
 Procedencia : AGREGADOS DE FERRETERIA
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

IDENTIFICACIÓN		1
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	500.0
B	Peso Frasco + agua	662.0
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	977.2
D	Peso del Mat. Seco	490.5
Gravedad específica OD = D/(B+A-C)		2.65
Gravedad específica SSS = A/(B+A-C)		2.71
Densidad relativa (Gravedad específica aparente) = D/(B+D-C)		2.80
% Absorción = 100*((A-D)/D)		1.9

MATESTLAB SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma: 	Nombre y firma: 
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183359	MATESTLAB S.A.C. RUC 2060473678 NICOLLE GUMPA BARRETO INGENIERA CIVIL

	INFORME	Código	MTL-006
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-15	Versión	01
		Fecha	17-04-2023
		Página	1 de 1

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023"
SOLICITANTE : FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN
UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC
MATERIAL : AGREGADO GRUESO


Registro N°: 2023-TS37
Realizado por : D.Castillo
Revisado por : K.Tinoco
Fecha de Ensayo: 17/04/2023
Turno: Diurno

Tipo de muestra : ---
Procedencia : AGREGADO DE FERRETERIA
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

DATOS		A
1	Masa de la muestra sss	2103.5
2	Masa de la muestra sss sumergida	1314.0
3	Masa de la muestra secada al horno	2076.0

RESULTADOS		1
Gravedad específica OD		2.630
Gravedad específica SSS		2.664
Densidad relativa (Gravedad específica aparente)		2.724
Absorción (%)		1.3

MATESTLAB SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:   MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183393	Nombre y firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC 20014738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

	INFORME	Código	MTL-007
	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a	Versión	01
		Fecha	17-04-2023
		Página	1 de 1

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023" Registro N°: 2023-TS37
SOLICITANTE : FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN Realizado por : D.Castillo
UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC Revisado por : k.Tinoco
MATERIAL : AGREGADO FINO Fecha de Ensayo: 17/04/2023
Turno: Diurno





Código de Muestra : ---
Procedencia : AGREGADOS DE FERRETERIA
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---


PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.628	1.628	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	6.245	6.197	
Peso de muestra suelta (kg)	4.617	4.569	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1644	1627	1635

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.628	1.628	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	6.594	6.590	
Peso de muestra suelta (kg)	4.966	4.962	
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)	1788	1766	1767

MATESTLAB SAC		
<p>TECNICO LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>   <p>MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales</p>	<p>JEFE LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. OIP N° 183999</p>	<p>QCQ - LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>MATESTLAB S.A.C. RUC 20094738572 NICOLLE OUMPA BARRETO REGISTRO GENERAL</p>

	INFORME	Código	MTL-008
	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a	Versión	01
		Fecha	17-04-2023
		Página	1 de 1

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE GENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023"
SOLICITANTE : FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN
UBICACIÓN : INSTALACIONES DEL LABORATORIO MATESTLAB SAC
MATERIAL : AGREGADO GRUESO

Registro N°: 2023-TS37
 Revisado por : D.Castillo
 Realizado por : K.Tinoco
 Fecha de Ensayo: 17/04/2023
 Turno: Diurno

Código de Muestra : ---
 Procedencia : AGREGADOS DE FERRETERIA
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---


PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.435	3.435	
Volumen de molde (m ³)	0.007084	0.007084	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	14.668	14.679	
Peso de muestra suelta (kg)	11.233	11.244	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m³)	1586	1587	1586

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.435	3.435	
Volumen de molde (m ³)	0.007034	0.007034	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	14.970	14.985	
Peso de muestra suelta (kg)	11.535	11.550	
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m³)	1640	1642	1641

MATESTLAB SAC		
<p>TECNICO LEM</p> <p>Nombre y firma:</p> 	<p>JEFE LEM</p> <p>Nombre y firma:</p> 	<p>CQC - LEM</p> <p>Nombre y firma:</p> 
 <p>MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales</p>	<p>MATESTLAB S.A.C.</p> <p>..... KELY YANINA TIGOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999</p>	<p>MATESTLAB S.A.C. RUC: 20504170072</p> <p>..... NICOLLE CUMPA BARRETO REPRESENTANTE GENERAL</p>

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	17-04-2023
		Página	1 de 2

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO	: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023"	REGISTRO N°:	2023 - TS37
SOLICITANTE	: FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN	REALIZADO POR :	J.ESCOBEDO
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	K.TINOCO
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	17/04/2023
FECHA DE EMISIÓN	: 17/04/2023	TURNO	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm2
Procedencia	: AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	PATRON

1. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c = 0.56

2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 205 L

3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 2.0%

4. DATOS DE LABORATORIO


INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3						
Agua	1000 kg/m3						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2630 kg/m3	5.27%	1.30%	7.41	1586	1641	3/4
Agregado fino	2654 kg/m3	3.12%	1.90%	3.18	1635	1767	

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-10	22/09/2022	131-2022
Balanza digital Henkel 200g x 0,1g	MTL LS-6	24/09/2022	131-2022
Maquina de ensayo uniaxial Forney	MTL TA-1252	12/07/2022	271-2022
Horno digital PT-H76 196L 0° a 300°C	MTL 0120	25/09/2022	131-2022

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM	
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:	
  MATESTLAB S.A.C Laboratorio de Ensayo de Materiales	 MATESTLAB S.A.C. KELY YANIRA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIV N° 183999	 MATESTLAB S.A.C RUC: 20004736572 NICOLLE CUMPA BARRETO REPRESENTANTE GENERAL	

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	18-04-2023
		Página	2 de 2

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO	: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023"	REGISTRO N°:	2023 - TS37
SOLICITANTE	: FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN	REALIZADO POR :	J.ESCOBEDO
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	K.TINOCO
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	18/04/2023
FECHA DE EMISIÓN	: 18/04/2023	TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm2
Procedencia	: AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	5% C.A

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA	5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
F'cr = 294	Cemento = 366 kg
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO	6. FACTOR CEMENTO
R a/c = 0.56	Bolsas x m3 = 8.6 Bolsas
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA	7. CÁLCULO DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO
Agua = 205 L	18.30 kg x m3 5.0%
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO	
Aire = 2.0%	

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3	0.1162 m3
Agua	1000 kg/m3	0.2050 m3
Aire	---	0.0200 m3


	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM		
Agregado grueso	2630 kg/m3	---	5.27%	1.30%	7.41	1586	3/4
Agregado fino	2684 kg/m3	---	3.12%	1.90%	3.18	1635	
Volumen de pasta					0.3412 m3		
Volumen de agregados					0.6588 m3		

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS	13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA
Agregado grueso = 0.3619 m3 = 952 kg	0.03 m3
Agregado fino = 0.2969 m3 = 797 kg	Cemento SOL Tipo 1 = 10.98 kg
	Agua = 4.72 L
11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD	Agregado grueso = 30.06 kg
Agregado grueso = 1002 kg	Agregado fino = 24.65 kg
Agregado fino = 822 kg	Slump Obtenido = 3 1/2"
	Ceniza de tallo de algarrobo = 0.55 kg
12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD	14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
Agua = 157 L	CEM A.F. A.G. AGUA
	1 : 2.2 : 2.74 : 18.3 L / bolsa

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	A:	 MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	A:
		 MATESTLAB S.A.C. RUC 20604738872 NICOLLE CUMBA BARRETO REPRESENTANTE GENERAL	

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	EQ-PO-01
		Versión	01
		Fecha	19-04-2023
		Página	1 de 2

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIÁS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023" REGISTRO N°: 2023 - TS37

SOLICITANTE : FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN REALIZADO POR : J.ESCOBEDO

CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : K.TINOCO

UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC FECHA DE VACIADO : 19/04/2023

FECHA DE EMISIÓN : 19/04/2023 TURNO : Diurno

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino F'c de diseño: 210 kg/cm2

Procedencia : AGREGAGOS DE FERRETERIA Asentamiento: 3" - 4"

Cemento : Cemento SOL Tipo 1 Código de mezcla: 8% C.A

1. RELACIÓN AGUA CEMENTO 6. PORCENTAJE DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO

R a/c = 0.56 Porcentaje: 8.0%

2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 205 L

3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 2.0%

4. DATOS DE LABORATORIO


INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3						
Agua	1000 kg/m3						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2630 kg/m3	5.27%	1.30%	7.41	1586	1641	3/4
Agregado fino	2684 kg/m3	3.12%	1.90%	3.18	1635	1767	

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-10	22/09/2022	131-2022
Balanza digital Henkel 200g x 0,1g	MTL LS-6	24/09/2022	131-2022
Maquina de ensayo uniaxial Forney	MTL TA-1252	12/07/2022	271-2022
Horno digital PT-H76 196L 0° a 300°C	MTL 0120	25/09/2022	131-2022

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales		 MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA PINCO LOZADA INGENIERO CIVIL R.g. CIP N° 833999	
		Nombre y firma:	M:
		 MATESTLAB S.A.C. RUC 20004738972 NICOLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	19/04/2023
		Página	2 de 2

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO	: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023"	REGISTRO N°:	2023 - TS37
SOLICITANTE	: FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN	REALIZADO POR :	J.ESCOBEDO
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	K.TINOCO
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO:	19/04/2023
FECHA DE EMISIÓN	: 19/04/2023	TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm2
Procedencia	: AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	8% C.A

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

F'cr = 294

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c = 0.56

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 205 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 2.0%

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 366 kg

6. FACTOR CEMENTO

Bolsas x m3 = 8.6 Bolsas

7. CÁLCULO DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO

29.29 kg x m3 8.0%

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO					
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3	0.1162 m3					
Agua	1000 kg/m3	0.2050 m3					
Aire	---	0.0200 m3					
			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
Agregado grueso	2630 kg/m3	---	5.27%	1.30%	7.41	1586	3/4
Agregado fino	2684 kg/m3	---	3.12%	1.90%	3.18	1635	
Volumen de pasta		0.3412 m3					
Volumen de agregados		0.6588 m3					

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso = 0.3619 m3 = 952 kg

Agregado fino = 0.2969 m3 = 797 kg

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 1002 kg

Agregado fino 822 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 157 L

13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.03 m3

Cemento SOL Tipo 1 10.98 kg

Agua 4.72 L

Agregado grueso 30.06 kg

Agregado fino 24.65 kg

Slump Obtenido 3"

Ceniza tallo de algarrobo 0.88 kg


OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

15. CONTENIDO DE AIRE: 1.2%

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	COO - LEM
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales		MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg./CIP N° 183993	MATESTLAB S.A.C. RUC 20004798572 NICOLLE CUMPA BARRETO AFRENTE GFNFRAI

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	20-04-2023
		Página	1 de 2

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO	: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023"	REGISTRO N°:	2023 - TS37
SOLICITANTE	: FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN	REALIZADO POR :	J.ESCOBEDO
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	K.TINOCO
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	20/04/2023
FECHA DE EMISIÓN	: 20/04/2023	TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm2
Procedencia	: AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	12% C.A

1. RELACIÓN AGUA CEMENTO R a/c = 0.56 6. PORCENTAJE DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO Porcentaje: 12.0%

2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA Agua = 205 L

3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO Aire = 2.0%

4. DATOS DE LABORATORIO


INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3						
Agua	1000 kg/m3						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2630 kg/m3	5.27%	1.30%	7.41	1586	1641	3/4
Agregado fino	2684 kg/m3	3.12%	1.90%	3.18	1635	1767	

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-10	22/09/2022	131-2022
Balanza digital Henkel 200g x 0.1g	MTL LS-6	24/09/2022	131-2022
Maquina de ensayo uniaxial Forney	MTL TA-1252	12/07/2022	271-2022
Horno digital PT-H76 196L 0° a 300°C	MTL 0120	25/09/2022	131-2022

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	A:	MATESTLAB S.A.C. KELY YANJHA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183599	A:
		MATESTLAB S.A.C. RUC 20001738572 NICOLLE CUMPA BARRETO INGENIERO DE QUÍMICA	

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	20/04/2023
		Página	2 de 2

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211**

PROYECTO	: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO FC=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023"	REGISTRO N°:	2023 - TS37
SOLICITANTE	: FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN	REALIZADO POR :	J. ESCOBEDO
CODIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	K. TINOCO
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO :	20/04/2023
FECHA DE EMISIÓN	: 20/04/2023	TURNO :	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	210 kg/cm2
Procedencia	: AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	12% C.A

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA	5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
F'cr = 294	Cemento = 366 kg
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO	6. FACTOR CEMENTO
R a/c = 0.56	Bolsas x m3 = 8.6 Bolsas
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA	7. CÁLCULO DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO
Agua = 205 L	43.93 kg x m3 12.0%
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO	
Aire = 2.0%	




9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS


INSUMO	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN ABSOLUTO					
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m3	0.1162 m3					
Agua	1000 kg/m3	0.2050 m3					
Aire	---	0.0200 m3					
			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
Agregado grueso	2630 kg/m3	---	5.27%	1.30%	7.41	1586	3/4
Agregado fino	2684 kg/m3	---	3.12%	1.90%	3.18	1635	
	Volumen de pasta	0.3412 m3					
	Volumen de agregados	0.6588 m3					

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS	13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA
Agregado grueso = 0.3619 m3 = 952 kg	Cemento SOL Tipo 1 10.98 kg
Agregado fino = 0.2969 m3 = 797 kg	Agua 4.72 L
11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD	Agregado grueso 30.06 kg
Agregado grueso 1002 kg	Agregado fino 24.65 kg
Agregado fino 822 kg	Slump Obtenido 3"
12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD	Ceniza tallo de algarrobo 1.32 kg
Agua 157 L	14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
	CEM A.F. A.G. AGUA
	1 : 2.2 : 2.74 : 18.3 L / bolsa

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

MATESTLAB SAC					
TECNICO LEM		JEFE LEM		CDC - LEM	
Nombre y firma:	D:	Nombre y firma:	D:	Nombre y firma:	D:
  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales		 MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA LINCO LOZADA INGENIERO CIVIL R.O. CIP N° 183999		 MATESTLAB S.A.C. RUC 20804798673 NICOLLE CUMPA BARRETO CD. INGENIERO EN FÍSICA	

	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS ASTM C 39	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	27/04/2023
		Página	2 de 2

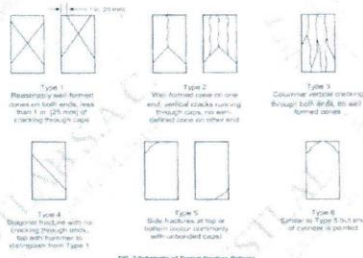
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO	: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO Fc=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023"	REGISTRO N°:	2023 - TS37
SOLICITANTE	: FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN	REALIZADO POR :	D. CASTILLO
CÓDIGO DE PROYEC	: ---	REVISADO POR :	K. TINOCO
UBICACIÓN DE PROY	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO :	27/04/2023
FECHA DE EMISIÓN	: 27/04/2023	TURNO :	Diurno

Tipo de muestra	: Concreto endurecido
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"
Fc de diseño	: 210 kg/cm2

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% Fc
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm2	17/04/2023	24/04/2023	7 días	1.99	168 kg/cm2	79.9
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm2	17/04/2023	24/04/2023	7 días	2.00	171 kg/cm2	81.3
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm2	17/04/2023	24/04/2023	7 días	1.99	172 kg/cm2	81.9
PROBETA N° 10 DISEÑO ADICION DE 5% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO Fc = 210 kg/cm2	18/04/2023	25/04/2023	7 días	2.00	184 kg/cm2	87.8
PROBETA N° 11 DISEÑO ADICION DE 5% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO Fc = 210 kg/cm2	18/04/2023	25/04/2023	7 días	2.00	185 kg/cm2	88.2
PROBETA N° 12 DISEÑO ADICION DE 5% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO Fc = 210 kg/cm2	18/04/2023	25/04/2023	7 días	2.00	191 kg/cm2	90.8
PROBETA N° 19 DISEÑO ADICION DE 8% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO Fc = 210 kg/cm2	19/04/2023	26/04/2023	7 días	2.00	177 kg/cm2	84.1
PROBETA N° 20 DISEÑO ADICION DE 8% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO Fc = 210 kg/cm2	19/04/2023	26/04/2023	7 días	1.99	170 kg/cm2	81.0
PROBETA N° 21 DISEÑO ADICION DE 8% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO Fc = 210 kg/cm2	19/04/2023	26/04/2023	7 días	1.99	169 kg/cm2	80.2
PROBETA N° 28 DISEÑO ADICION DE 12% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO Fc = 210 kg/cm2	20/04/2023	27/04/2023	7 días	2.00	167 kg/cm2	79.4
PROBETA N° 29 DISEÑO ADICION DE 12% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO Fc = 210 kg/cm2	20/04/2023	27/04/2023	7 días	1.99	159 kg/cm2	75.6
PROBETA N° 30 DISEÑO ADICION DE 12% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO Fc = 210 kg/cm2	20/04/2023	27/04/2023	7 días	2.00	165 kg/cm2	78.4



6 by 12 in.
[150 by 300 mm]
Laboratory conditions
Field conditions

4 by 8 in.
[100 by 200 mm]
Laboratory conditions

Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
	2.4 %	6.6 %
	2.9 %	8.0 %
	3.2 %	9.0 %
		7.8 %
		9.5 %
		10.6 %


Fuente: ASTM C39

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

MATESTLAB SAC			
TECNOL. LEM	D.	JEF. LEM	D.
Nombre y firma:	M.	Nombre y firma:	M.
			
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales		MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183953	
		Nombre y firma:	M.
			
		MATESTLAB S.A.C. RUC 20004738672 "NICOLLE CUMPA BARRETO" GERENTE GENERAL	

	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS ASTM C 39	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	04-05-2023
		Página	2 de 2

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023"	REGISTRO N°:	2023 - TS37
SOLICITANTE	: FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN	REALIZADO POR :	D. CASTILLO
CÓDIGO DE PROYEC	: -	REVISADO POR :	K.TINOCO
UBICACIÓN DE PROJ	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO :	4/05/2023
FECHA DE EMISIÓN	: 4/05/2023	TURNO :	Diurno

Tipo de muestra	: Concreto endurecido
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"
F'c de diseño	: 210 kg/cm2

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% Fc
PROBETA N° 04 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2	17/04/2023	1/05/2023	14 días	2.00	193 kg/cm2	91.7
PROBETA N° 05 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2	17/04/2023	1/05/2023	14 días	2.00	195 kg/cm2	92.8
PROBETA N° 08 DISEÑO PATRON f'c = 210 kg/cm2	17/04/2023	1/05/2023	14 días	2.00	196 kg/cm2	93.2
PROBETA N° 13 DISEÑO ADICION DE 5% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO f'c = 210 kg/cm2	18/04/2023	2/05/2023	14 días	1.99	212 kg/cm2	100.8
PROBETA N° 14 DISEÑO ADICION DE 5% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO f'c = 210 kg/cm2	18/04/2023	2/05/2023	14 días	2.00	215 kg/cm2	102.4
PROBETA N° 15 DISEÑO ADICION DE 5% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO f'c = 210 kg/cm2	18/04/2023	2/05/2023	14 días	2.00	220 kg/cm2	104.6
PROBETA N° 22 DISEÑO ADICION DE 8% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO f'c = 210 kg/cm2	19/04/2023	3/05/2023	14 días	1.99	200 kg/cm2	95.4
PROBETA N° 23 DISEÑO ADICION DE 8% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO f'c = 210 kg/cm2	19/04/2023	3/05/2023	14 días	1.99	196 kg/cm2	93.1
PROBETA N° 24 DISEÑO ADICION DE 8% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO f'c = 210 kg/cm2	19/04/2023	3/05/2023	14 días	2.00	199 kg/cm2	94.9
PROBETA N° 31 DISEÑO ADICION DE 12% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO f'c = 210 kg/cm2	20/04/2023	4/05/2023	14 días	1.99	184 kg/cm2	87.4
PROBETA N° 32 DISEÑO ADICION DE 12% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO f'c = 210 kg/cm2	20/04/2023	4/05/2023	14 días	1.99	176 kg/cm2	84.0
PROBETA N° 33 DISEÑO ADICION DE 12% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO f'c = 210 kg/cm2	20/04/2023	4/05/2023	14 días	1.99	179 kg/cm2	85.1

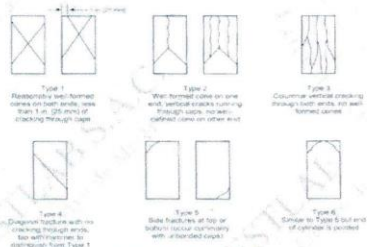


FIG. 7 Schematics of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39


	Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales		MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	MATESTLAB S.A.C. RUC 20004738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

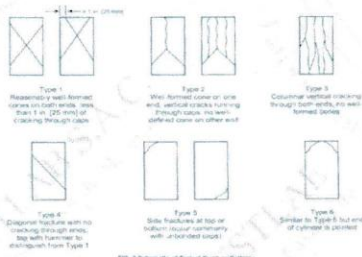
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS ASTM C 39		Código	EQ-FO-01
			Versión	01
			Fecha	18-05-2023
			Página	1 de 1

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO	: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023"	REGISTRO N°:	2023 - TS37
SOLICITANTE	: FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN	REALIZADO POR :	D. CASTILLO
CÓDIGO DE PROYEC	: ---	REVISADO POR :	K. TINOCO
UBICACIÓN DE PROY	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO :	18/05/2023
FECHA DE EMISIÓN	: 18/05/2023	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
F'c de diseño	: 210 kg/cm2		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 07 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm2	17/04/2023	16/05/2023	28 días	1.99	235 kg/cm2	111.7
PROBETA N° 08 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm2	17/04/2023	15/05/2023	28 días	1.99	244 kg/cm2	116.2
PROBETA N° 09 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm2	17/04/2023	15/05/2023	28 días	2.00	251 kg/cm2	119.7
PROBETA N° 16 DISEÑO ADICION DE 5% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO Fc = 210 kg/cm2	18/04/2023	16/05/2023	28 días	2.00	241 kg/cm2	114.8
PROBETA N° 17 DISEÑO ADICION DE 5% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO Fc = 210 kg/cm2	18/04/2023	16/05/2023	28 días	2.00	246 kg/cm2	117.0
PROBETA N° 18 DISEÑO ADICION DE 5% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO Fc = 210 kg/cm2	18/04/2023	16/05/2023	28 días	1.99	254 kg/cm2	120.9
PROBETA N° 25 DISEÑO ADICION DE 8% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO Fc = 210 kg/cm2	19/04/2023	17/05/2023	28 días	2.00	226 kg/cm2	107.9
PROBETA N° 26 DISEÑO ADICION DE 8% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO Fc = 210 kg/cm2	19/04/2023	17/05/2023	28 días	1.99	223 kg/cm2	106.0
PROBETA N° 27 DISEÑO ADICION DE 8% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO Fc = 210 kg/cm2	19/04/2023	17/05/2023	28 días	1.99	223 kg/cm2	106.3
PROBETA N° 34 DISEÑO ADICION DE 12% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO Fc = 210 kg/cm2	20/04/2023	18/05/2023	28 días	1.99	219 kg/cm2	104.3
PROBETA N° 35 DISEÑO ADICION DE 12% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO Fc = 210 kg/cm2	20/04/2023	18/05/2023	28 días	2.00	214 kg/cm2	102.1
PROBETA N° 36 DISEÑO ADICION DE 12% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO Fc = 210 kg/cm2	20/04/2023	18/05/2023	28 días	2.00	215 kg/cm2	102.4



6 by 12 in.
[150 by 300 mm]
Laboratory conditions
Field conditions

4 by 8 in.
[100 by 200 mm]
Laboratory conditions

Coefficient of Variation ⁴	Acceptable Range ⁴ of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
Laboratory conditions	6.6 %	7.8 %
Field conditions	8.0 %	9.5 %
Laboratory conditions	9.0 %	10.6 %


Fuente: ASTM C39

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
			
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales		MATESTLAB S.A.C. KELY YANILIA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL R.O. CIP N° 183599	
		Nombre y firma:	M:
			
		MATESTLAB S.A.C. RUC 20904738672 NICOLLE CUMBA BARRETO GERENTE GENERAL	

	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	27/04/2023
		Página	2 de 2

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023"
SOLICITANTE : FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN
CÓDIGO DE PROYECTO : ---
UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC
FECHA DE EMISIÓN : 27/04/2023

REGISTRO N°: 2023 - TS37
REALIZADO POR : D.CASTILLO
REVISADO POR : k.TINOCO
FECHA DE ENSAYO : 27/04/2023
TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Viga de concreto
Presentación : Prismas de concreto endurecido
F'c de diseño : 210 kg/cm2


RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
VIGA N° 01 DISEÑO PATRÓN f'c = 210 kg/cm2	17/04/2023	24/04/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	19 kg/cm2
VIGA N° 02 DISEÑO PATRÓN f'c = 210 kg/cm2	17/04/2023	24/04/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	19 kg/cm2
VIGA N° 03 DISEÑO PATRÓN f'c = 210 kg/cm2	17/04/2023	24/04/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	18 kg/cm2
VIGA N° 07 DISEÑO ADICION DE 5% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO = 210 kg/cm2	18/04/2023	25/04/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	21 kg/cm2
VIGA N° 08 DISEÑO ADICION DE 5% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO = 210 kg/cm2	18/04/2023	25/04/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	21 kg/cm2
VIGA N° 09 DISEÑO ADICION DE 5% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO = 210 kg/cm2	18/04/2023	25/04/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	21 kg/cm2
VIGA N° 13 DISEÑO ADICION DE 8% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO = 210 kg/cm2	19/04/2023	26/04/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	21 kg/cm2
VIGA N° 14 DISEÑO ADICION DE 8% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO = 210 kg/cm2	19/04/2023	26/04/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	21 kg/cm2
VIGA N° 15 DISEÑO ADICION DE 8% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO = 210 kg/cm2	19/04/2023	26/04/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	22 kg/cm2
VIGA N° 19 DISEÑO ADICION DE 12% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO = 210 kg/cm2	20/04/2023	27/04/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	46.0	22 kg/cm2
VIGA N° 20 DISEÑO ADICION DE 12% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO = 210 kg/cm2	20/04/2023	27/04/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	47.0	23 kg/cm2
VIGA N° 21 DISEÑO ADICION DE 12% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO = 210 kg/cm2	20/04/2023	27/04/2023	7 días	TERCIO CENTRAL	48.0	22 kg/cm2

OBSERVACIONES:

- * MUESTRAS CURADAS Y ENSAYADAS POR EL PERSONAL DE MATESTLAB SAC
- * LA LONGITUD DE LOS PRIMAS DE CONCRETO ES DE 50.00 cm

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.
Nombre y firma:	M.	Nombre y firma:	M.
 		 	
		Nombre y firma:	M.
		 	
			A.

	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Código	EQ-FO-01
		Versión	01
		Fecha	18-05-2023
		Página	1 de 1

PROYECTO : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023"
 SOLICITANTE : FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN
 CÓDIGO DE PROYECTO : ---
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC
 FECHA DE EMISIÓN : 18/05/2023

REGISTRO N°: 2023 - TS37
 REALIZADO POR : D.CASTILLO
 REVISADO POR : k.TINOCO
 FECHA DE ENSAYO : 18/05/2023
 TURNO : Diurno




Tipo de muestra : Viga de concreto
 Presentación : Prismas de concreto endurecido
 F'c de diseño : 210 kg/cm2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
VIGA N° 01 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm2	17/04/2023	15/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	26 kg/cm2
VIGA N° 02 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm2	17/04/2023	15/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	26 kg/cm2
VIGA N° 03 DISEÑO PATRON Fc = 210 kg/cm2	17/04/2023	15/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	26 kg/cm2
VIGA N° 07 DISEÑO ADICION DE 5% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO = 210 kg/cm2	18/04/2023	16/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	28 kg/cm2
VIGA N° 08 DISEÑO ADICION DE 5% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO = 210 kg/cm2	18/04/2023	16/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	29 kg/cm2
VIGA N° 09 DISEÑO ADICION DE 5% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO = 210 kg/cm2	18/04/2023	16/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	29 kg/cm2
VIGA N° 13 DISEÑO ADICION DE 8% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO = 210 kg/cm2	19/04/2023	17/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	30 kg/cm2
VIGA N° 14 DISEÑO ADICION DE 8% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO = 210 kg/cm2	19/04/2023	17/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	29 kg/cm2
VIGA N° 15 DISEÑO ADICION DE 8% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO = 210 kg/cm2	19/04/2023	17/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	30 kg/cm2
VIGA N° 19 DISEÑO ADICION DE 12% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO = 210 kg/cm2	20/04/2023	18/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	46.0	32 kg/cm2
VIGA N° 20 DISEÑO ADICION DE 12% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO = 210 kg/cm2	20/04/2023	18/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	47.0	31 kg/cm2
VIGA N° 21 DISEÑO ADICION DE 12% DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO = 210 kg/cm2	20/04/2023	18/05/2023	28 días	TERCIO CENTRAL	48.0	31 kg/cm2

OBSERVACIONES:

- * MUESTRAS CURADAS Y ENSAYADAS POR EL PERSONAL DE MATESTLAB SAC
- * LA LONGITUD DE LOS PRIMAS DE CONCRETO ES DE 50,00 cm


MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
 		 MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 18399	
		Nombre y firma:	M:
		 MATESTLAB S.A.C. RUC 20001738672 NICOLLE CUMPA BARRETO INGENIERA GENERAL	A:

	DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C944/C44M	Código	AE-FO-68
		Versión	01
		Fecha	18-05-2023
		Página	1 de 1

Proyecto	: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023"	Registro N°:	MTL23-CL37
Solicitante	: FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN	Muestreado por :	D.CASTILLO
Ubicación	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	Revisado por :	K.TINOCO
Material	: MUESTRA DE CONCRETO	Fecha de Ensayo:	18/05/2023
		Turno:	Diuño
Código de Muestr :	---	Profundidad:	---
Procedencia	: ---	Norte:	---
N° de Muestra	: ---	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

DESCRIPCION	PESO INICIAL (g)	PESO 3ER CICLO (g)	FECHA DE ENSAYO	ABRASION (%)
PC-1	2005.20	1993.50	18/05/2023	0.58
PC-2	1970.00	1957.00	18/05/2023	0.66
PC-3	2052.40	2039.00	18/05/2023	0.65

MATESTLAB S.A.C		
TÉCNICO - LEM	JEFE - LEM	CQC - LEM
  MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	 MATESTLAB S.A.C. RUC 20904738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL
<small>* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la previa autorización escrita de alguna de las partes legal de MATESTLAB S.A.C.</small>		

	DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C944/C44M	Código	AE-FO-68
		Versión	01
		Fecha	18-05-2023
		Página	1 de 1


Proyecto : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO F^c=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023"
Solicitante : FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN
Ubicación : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC
Material : MUESTRA DE CONCRETO + 5% CENIZA TALLO DE ALGARROBO

Registro N°: MTL23-CL37
Muestreado por : D.CASTILLO
Revisado por : K.TINOCO
Fecha de Ensayo: 18/05/2023
Turno: Diurno

Código de Muestr : --- **Profundidad:** ---
Procedencia : --- **Norte:** ---
N° de Muestra : --- **Este:** ---
Progresiva : --- **Cota:** ---

DESCRIPCION	PESO INICIAL (g)	PESO 3ER CICLO (g)	FECHA DE ENSAYO	ABRASION (%)
PC-1 5%CTA	2302.00	2288.00	18/05/2023	0.61
PC-2 5%CTA	2180.20	2165.00	18/05/2023	0.70
PC-3 5%CTA	2230.20	2215.00	18/05/2023	0.68
/				

MATESTLAB S.A.C		
TÉCNICO - LEM   MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	JEFE - LEM  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINGCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	CQC - LEM  MATESTLAB S.A.C. RUC 20009738572 NICOLLE CUMPA BARRETO INGENIERO CIVIL
<small>* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la previa autorización escrita de algún representante legal de MATESTLAB S.A.C. * <small>* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas por MATESTLAB S.A.C. *</small> </small>		


	DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C944/C44M	Código	AE-FO-68
		Versión	01
		Fecha	18-05-2023
		Página	1 de 1


Proyecto : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023"
Solicitante : FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN
Ubicación : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC
Material : MUESTRA DE CONCRETO + 8% CENIZA TALLO DE ALGARROBO

Registro N°: MTL23-CL37
Muestreado por : D.CASTILLO
Revisado por : K.TINOCO
Fecha de Ensayo: 18/05/2023
Turno: Diurno

Código de Muestr :	---	Profundidad:	---
Procedencia :	---	Norte:	---
N° de Muestra :	---	Este:	---
Progresiva :	---	Cota:	---

DESCRIPCION	PESO INICIAL (g)	PESO 3ER CICLO (g)	FECHA DE ENSAYO	ABRASION (%)
PC-1 8%CTA	2580.20	2562.20	18/05/2023	0.70
PC-2 8%CTA	2325.80	2307.80	18/05/2023	0.77
PC-3 8%CTA	2550.10	2531.30	18/05/2023	0.74
/				

MATESTLAB S.A.C		
TÉCNICO - LEM 	JEFE - LEM 	CQC - LEM 
 MATESTLAB S.A.C Laboratorio de Ensayo de Materiales	MATESTLAB S.A.C. ELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL CIP N° 183999	MATESTLAB S.A.C RUC 20004738572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL
<small>* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la previa autorización escrita de sus representantes legal de MATESTLAB S.A.C. * <small>* Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas por MATESTLAB S.A.C. *</small> </small>		

	DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C944/C44M	Código	AE-FO-68
		Versión	01
		Fecha	18-05-2023
		Página	1 de 1

Proyecto : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO CONCRETO F'C=210 KG/CM2 CON ADICIÓN PARCIAL DE CENIZAS DEL TALLO DE ALGARROBO, JR. LAS DALIAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, AYACUCHO-2023"
Registro N°: MTL23-CL37
Muestreado por : D.CASTILLO
Solicitante : FARFAN ROMANI, JHON ALEX / QUISPE REYES, YUAN
Revisado por : K.TINOCO
Ubicación : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC
Fecha de Ensayo: 18/05/2023
Material : MUESTRA DE CONCRETO + 12% CENIZA TALLO DE ALGARROBO
Turno: Diurno

Código de Muestr : --- **Profundidad:** ---
Procedencia : --- **Norte:** ---
N° de Muestra : --- **Este:** ---
Progresiva : --- **Cota:** ---

DESCRIPCION	PESO INICIAL (g)	PESO 3ER CICLO (g)	FECHA DE ENSAYO	ABRASION (%)
PC-1 12%CTA	2560.20	2541.50	18/05/2023	0.73
PC-2 12%CTA	2425.10	2405.80	18/05/2023	0.80
PC-3 12%CTA	2600.00	2580.00	18/05/2023	0.77
/				

MATESTLAB S.A.C		
TÉCNICO - LEM   MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	JEFE - LEM  MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINGO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 183999	QQC - LEM  MATESTLAB S.A.C. RUC 20096726672 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL
<small>* Prohibida la reproducción total o parcial de este presente documento sin la previa autorización escrita de quien es propietario legal de MATESTLAB S.A.C. * Documento válido solo con sellos y firmas autorizadas por MATESTLAB S.A.C.</small>		

Anexo 8. Parámetros de diseño para pavimentos rígidos

A continuación, los parámetros de diseño se extrajeron de un expediente que se ha ejecutado en la ciudad de Ayacucho, cuyo nombre del proyecto fue “CREACIÓN DE PISTAS Y VEREDAS EN LAS CALLES DE LA ASOCIACIÓN MIRAFLORES SECTOR I, LOS MECÁNICOS DE TOROHUICHCCANA Y SAN MELCHOR DE TOROHUICHCCANA DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA - PROVINCIA DE HUAMANGA - DEPARTAMENTO DE AYACUCHO – I ETAPA”

ESAL (W18) Método AASHTO

DATOS:	T= 20 años esp = 200 mm Pt = 2 servicioabilidad final D = 0.5 factor de dirección i day vuelta L = 1 un carril en cada sentido => W18 = 100%	FORMULA DEL ESAL PARA PAVIMENTO RIGIDO METODO DEL AASHTO $Fec = - \frac{W_{t18}}{W_{tx}}$ $\log \frac{W_{tx}}{W_{t18}} = 4.62 \log (18+1) - 4.62 \log (L_x + L_y) + 3.28 \log (L_z) + \frac{G_1}{\beta_x} - \frac{G_1}{\beta_{18}}$ $G_1 = \log \frac{4.5 - Pt}{4.5 - 1.5} \quad \beta_x = 1 + \frac{3.63 (L_x + L_y)^{5.20}}{(D + 1)^{8.46} (L_z)^{3.52}}$	FACTOR DE CRECIMIENTO: $G \cdot Y = \frac{(1+r)^Y - 1}{r}$
ESAL = ni = (no) i (G) (D) (L) (365) (Y)		En Donde: W _{tx} = # Aplicaciones de carga definida al final del tiempo t W _{t18} = # Aplicaciones de carga equivalente al final del tiempo t	

Tipo de vehículo	VEHICULOS LIGEROS												BUS				CAMIONEROS UNITARIOS				SEMITRAILER							
	Moto taxi		Moto carguero		Autos		Pick up		Panel		C. Rural		Micros		2 E		3 E		2 E		3 E		2S1/2S2		2S3			
	Dela nt.	Post.	Dela nt.	Post.	Dela nt.	Post.	Dela nt.	Post.	Dela nt.	Post.	Dela nt.	Post.	Dela nt.	Post.	Dela nt.	Post.	Dela nt.	Post.	Dela nt.	Post.	Dela nt.	Post.	Dela nt.	Ce ntr.	Pos t.	Dela nt.	Ce ntr.	Pos t.
CARG A	0.25	0.8	0.3	0.75	1	0.8	1.2	1.5	1.2	1.5	1.5	2	2	3	7	11	7	16	7	11	7	18	7	11	18	7	11	25
Lx (Kips)	0.55	1.32	0.6	1.65	2.20	1.76	2.64	3.3	2.64	3.3	3.3	4.4	4.4	6.6	15.	24.	15.	35.	15.	24.	15.	39.	15.	24.	39.	15.	24.	55.
No	67	67	5	5	74	74	47	47	6	6	14	14	54	54	10	10	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
r %	0.04	0.04	0.0	0.04	0.04	0.04	0.04	0.0	0.04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gt	0.07	0.07	0.0	0.07	0.07	0.07	0.07	0.0	0.07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
L2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	3
B18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Log(W tx/Wt)	5.02	4.21	4.8	3.94	3.57	3.88	3.31	2.9	3.31	2.9	2.9	2.5	2.5	1.8	0.2	-	0.2	-	0.2	-	0.2	-	0.2	-	-	0.2	-	-
G=Wt/Wtx	9.4E -06	6.1E -06	1.3 E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.5	3.7	0.5	2.3	0.5	3.7	0.5	3.8	0.5	3.7	3.8	0.5	3.7	4.7
G Y	31.3	31.3	31.	31.3	31.3	29.7	29.	29.7	29.	26.	26.	26.	26.	26.	26.	26.	26.	26.	26.	26.	31.	31.	26.	26.	26.	26.	26.	26.
ESAL	3.80	23.3	0.3	3.21	113.	57.4	124.	269	15.9	34.	72.	207	800	388	251	182	0	0	502	365	0	0	0	0	0	0	0	
PARCI AL	804	155	698	861	94	931	62	26	09	373	372	43	07	2.5	37	947	0	0	7.5	89	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	5608.508044												208084.7657				41616.95113				0.0000							
255310.2128																												

Fuente: Expediente Técnico del proyecto de obra

ESAL = W18 = 255310.2128

Confiabilidad (R), Desviación estándar normal (Zr) y Error estándar combinado (So)

TIPO DE CARRETERA	NIVELES DE CONFIABILIDAD R	
	Sub urbanas	Rurales
Autopista Regional	85 – 99.9	80 – 99.9
Troncales	80 – 99	75 – 95
Colectoras	80 – 95	50 – 80

Fuente: Expediente Técnico del proyecto de obra

$$R = 90\%$$

DESVIACION ESTANDAR NORMAL, VALORES CORRESPONDIENTES A LOS NIVELES SELECCIONADOS POR CONFIABILIDAD

CONFIABILIDAD R (%)	(ZR)	(So)
50	0.000	0.35
60	-0.253	0.35
70	-0.524	0.34
75	-0.647	0.34
80	-0.841	0.32
85	-1.037	0.32
90	-1.282	0.31
91	-1.340	0.31
92	-1.405	0.30
93	-1.476	0.30
94	-1.555	0.30
95	-1.645	0.30
96	-1.751	0.29
97	-1.881	0.29
98	-2.054	0.29
99	-2.327	0.29
99.9	-3.090	0.29
99.99	-3.750	0.29

Fuente: Expediente Técnico del proyecto de obra

$$Zr = -1.282$$

TIPO	(So)
Pavimentos Rígidos	0.30 – 0.40
Construcción Nueva	0.35
En Sobre Capas	0.40

Fuente: Expediente Técnico del proyecto de obra

$$So = 0.35$$

Pérdida de la serviciabilidad (Δ PSI)

INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL
Po = 4.5 para pavimentos rígidos	Pt = 2.5 o más para caminos muy importantes
Po = 4.2 para pavimentos flexibles	Pt = 2.0 para caminos de tránsito menor

Fuente: Expediente Técnico del proyecto de obra

$$\Delta\text{PSI} = 4.5 - 2 = 2.5$$

Coefficiente del drenaje (Cd)

CALIDAD DE DRENAJE	TIEMPO QUE TARDA EN EVACUAR EL AGUA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que el pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a su saturación			
	Menos de 1%	1% - 5%	5% - 25%	Más del 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Mediano	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Malo	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy malo	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: Expediente Técnico del proyecto de obra

$$C_d = 1.00$$

Coefficiente de la transmisión de carga (J)

Tipo de Pavimento	Hombro			
	Elemento de la transmisión de carga			
	Con. Asfáltico		Con. Hidráulico	
	SI	NO	SI	NO
No reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
Reforzado continuo	2.9 - 3.2	----	2.3 - 2.9	----

Fuente: Expediente Técnico del proyecto de obra

$$J = 3.8$$

Módulo de elasticidad del concreto (Ec)

Dato: Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$$Ec = 57000 (f'c * 14.22)^{0.5}$$

$$Ec = 3115195 \text{ psi}$$

Módulo de ruptura de concreto (S'c)

Dato: Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$$Ec = (8 - 10) * (f'c * 14.22)^{0.5}$$

$$S'c = 437.17 \text{ psi}$$

Módulo de reacción compuesto de la sub rasante (Kc) (Mpa/m)

Datos de la sub base: CBR = 10.05% Espesor h = 20 cm

Módulo de reacción de la sub base

$$K1 = 2.55 + 52.5(\text{Log CBR}) \quad \text{Mpa/m} \quad \rightarrow \quad \text{CBR} \leq 10\%$$

$$K1 = 46.0 + 9.08(\text{Log CBR})^{4.34} \quad \text{Mpa/m} \quad \rightarrow \quad \text{CBR} > 10\%$$

$$K1 = 55.17 \text{ Mpa/m}$$

Datos de la sub rasante: CBR = 6%

Módulo de reacción de la sub rasante

$$Ko = 2.55 + 52.5(\text{Log CBR}) \quad \text{Mpa/m} \quad \rightarrow \quad \text{CBR} \leq 10\%$$

$$Ko = 46.0 + 9.08(\text{Log CBR})^{4.34} \quad \text{Mpa/m} \quad \rightarrow \quad \text{CBR} > 10\%$$

$$Ko = 43.40 \text{ Mpa/m}$$

Módulo de reacción compuesto de la sub rasante

$$Kc = \left[1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 * \left(\frac{K1}{Ko} \right)^{2/3} \right]^{0.5} * Ko$$

$$Kc = 49.96 \text{ Mpa/m} = 64 \text{ pci}$$

Determinación del espesor de pavimento rígido (AASHTO 9

$$\text{Log}_{10}(W18) = Zr So + 7.35\text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 * 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 * Pt)\text{Log}_{10}\left(\frac{S'c Cd * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J(D^{0.75} - \frac{18.42}{(Ec/K)^{0.25}})}\right)$$

Fuente: AASHTO 93

Donde:

- W18 = Número de las cargas de 18 kips (80 kN).
- ZR = Desviación estándar normal.
- So = Error estándar.
- D = Espesor (en pulgadas) de la losa del pavimento.
- ΔPSI = Pérdida de la serviciabilidad.
- Pt = Serviciabilidad final.
- S'c = Módulo de ruptura del concreto, en psi.
- J = Coeficiente de la transferencia de carga.
- Cd = Coeficiente del drenaje.
- Ec = Módulo de la elasticidad del concreto, en psi.
- K = Módulo de la reacción de subrasante, en pci (psi/pulg).

Anexo 9. Diseño de pavimento rígido, método AASHTO 93

Diseño del pavimento rígido para un concreto convencional de $f'c=210\text{kg/cm}^2$

➤ Mediante la hoja de cálculo Excel 2016

DISEÑO DE ESPESOR DE PAVIMENTO RIGIDO MÉTODO AASHTO 93	
TESIS:	"Diseño de Pavimento Rígido empleando concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ con adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo, Jr. Las Dalias del distrito de San Juan Bautista, Ayacucho-2023"
AUTORES:	- FARFAN ROMANI JHON ALEX - QUISPE REYES YUAN
DATOS DE DISEÑO	
TRAFICO (ESAL's)	255310.213 ----
RESISTENCIA DE CONCRETO (f_c)	210 kg/cm ²
INDICE DE SERVICIALIDAD INICIAL (P_o)	4.5 ----
INDICE DE SERVICIALIDAD INICIAL (P_t)	2 ----
MODULO DE ROPTURA ($S'c$)	437.169075 Psi
MODULO DE ELASTICIDAD (E_c)	3115195.44 Psi
RESISTENCIA DE LA SUBRASANTE (K)	49.9611374 Mpa/m
COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J)	3.8 ----
COEFICIENTE DE DRENAJE (C_d)	1 ----
NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	90 ----
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Z_r)	-1.282 ----
ERROR ESTANDAR COMBINADO (S_o)	0.35 ----
DISEÑO DE ESPESORES	
$\text{Log } W_{18} = Z_r S_o + 7.35 \log(D+1) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right)}{\frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \log\left[\frac{S'c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{K}\right)^{0.25}}}\right]$	
Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación I) Sea aproximadamente Igual a (Ecuación II):	
D = 7.810 in	
$\text{Log}_{10}(W18) - Z_r * S_o + 0.06 =$	
5.916 ... Ecuación I	
$7.35 * \text{Log}_{10}(D+1) + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 * 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 * P_t) * \text{Log}_{10}\left(\frac{S'c * C_d * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/K)^{0.25}})}\right) =$	
5.916 ... Ecuación II	
Espesor de la Losa de Concreto	D = 19.84 Cm
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	
SUB BASE GRANULAR	20.00 cm
LOSA DE CONCRETO	20.00 cm

Fuente: Elaboración propia

- Mediante el software “Ecuación AASHTO 93”

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. It is divided into several sections for data entry and calculation. The 'Tipo de Pavimento' section has 'Pavimento rígido' selected. The 'Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)' section shows '90 % Zr=-1.282' and 'So = 0.35'. The 'Serviciabilidad inicial y final' section has 'PSI inicial = 4.5' and 'PSI final = 2'. The 'Módulo de reacción de la subrasante' section has 'k = 64 pci'. The 'Información adicional para pavimentos rígidos' section includes 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) = 3115195', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) = 437.17', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J) = 3.8', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd) = 1'. The 'Tipo de Análisis' section has 'Calcular D' selected, showing 'W18 = 255310.21'. The 'Espesor de losa (plg)' section shows 'D = 7.7'. At the bottom, there are 'Calcular' and 'Salir' buttons.

Section	Parameter	Value
Tipo de Pavimento	Pavimento flexible	<input type="radio"/>
	Pavimento rígido	<input checked="" type="radio"/>
Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)	Confianza (R)	90 % Zr=-1.282
	Desviación estándar (So)	0.35
Serviciabilidad inicial y final	PSI inicial	4.5
	PSI final	2
Módulo de reacción de la subrasante	k	64 pci
Información adicional para pavimentos rígidos	Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)	3115195
	Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)	437.17
	Coeficiente de transmisión de carga - (J)	3.8
	Coeficiente de drenaje - (Cd)	1
Tipo de Análisis	Calcular D	<input checked="" type="radio"/>
	Calcular W18	<input type="radio"/>
W18 =		255310.21
Espesor de losa (plg)		D = 7.7

Fuente: Elaboración propia

Diseño del pavimento rígido para el concreto experimental (5% de adición parcial de CTA como dosificación óptima), $f'c=247 \text{ kg/cm}^2$

➤ Mediante la hoja de cálculo Excel 2016

DISEÑO DE ESPESOR DE PAVIMENTO RIGIDO MÉTODO AASHTO 93	
TESIS:	"Diseño de Pavimento Rígido empleando concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo, Jr. Las Dalias del distrito de San Juan Bautista, Ayacucho-2023"
AUTORES:	- FARFAN ROMANI JHON ALEX - QUISPE REYES YUAN
DATOS DE DISEÑO	
TRAFICO (ESAL's)	255310.213 ---
RESISTENCIA DE CONCRETO (f_c)	247 kg/cm ²
INDICE DE SERVICIALIDAD INICIAL (P_o)	4.5 ---
INDICE DE SERVICIALIDAD INICIAL (P_t)	2 ---
MODULO DE ROPTURA (S_c)	474.119985 Psi
MODULO DE ELASTICIDAD (E_c)	3378501.59 Psi
RESISTENCIA DE LA SUBRASANTE (K)	49.9611374 Mpa/m
COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J)	3.8 ---
COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd)	1 ---
NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	90 ---
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)	-1.282 ---
ERROR ESTANDAR COMBINADO (S_o)	0.35 ---
DISEÑO DE ESPESORES	
$\text{Log } W_{18} = Z_r S_o + 7.35 \log(D+1) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right)}{1.624 \times 10^7} + (4.22 - 0.32 P_t) \log\left[\frac{S'_c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{K}\right)^{0.25}}\right]}\right]$	
Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación I) Sea aproximadamente Igual a (Ecuación II):	
D = 7.480 in	
$\text{Log}_{10}(W_{18}) - Z_r * S_o + 0.06 =$	5.916 ... Ecuación I
$7.35 * \text{Log}_{10}(D+1) + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 * 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 * P_t) * \text{Log}_{10}\left(\frac{S'_c * C_d * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{K}\right)^{0.25}}\right]}\right) =$	5.913 ... Ecuación II
Espesor de la Losa de Concreto	D = 19.00 Cm
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	
SUB BASE GRANULAR	20.00 cm
LOSA DE CONCRETO	19.00 cm

Fuente: Elaboración propia

- Mediante el software “Ecuación AASHTO 93”

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
90 % Zr=-1.282 So 0.35

Serviciabilidad inicial y final
PSI inicial 4.5 PSI final 2

Módulo de reacción de la subrasante
k 64 pci

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) 3378501.59 Coeficiente de transmisión de carga - (J) 3.8
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) 474.12 Coeficiente de drenaje - (Cd) 1

Tipo de Análisis
 Calcular D **W18 = 255310.21**
 Calcular W18

Espesor de losa (plg)
D = 7.4

Calcular Salir

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10. Análisis estadístico de resultados e hipótesis SPSS

Objetivo específico 5. Determinar las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo para diseñar el pavimento rígido.

Planteamiento de la Prueba de la Hipótesis específica 5

Hipótesis Nula Ho. La adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo no influye positivamente en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² para diseñar el pavimento rígido.

$$\mu Rf1 = \mu Rf2 = \mu Rf3 = \mu Rf_{\text{tradicional}}$$

Hipótesis Alterna Ha. La adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo sí influye positivamente en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² para diseñar el pavimento rígido.

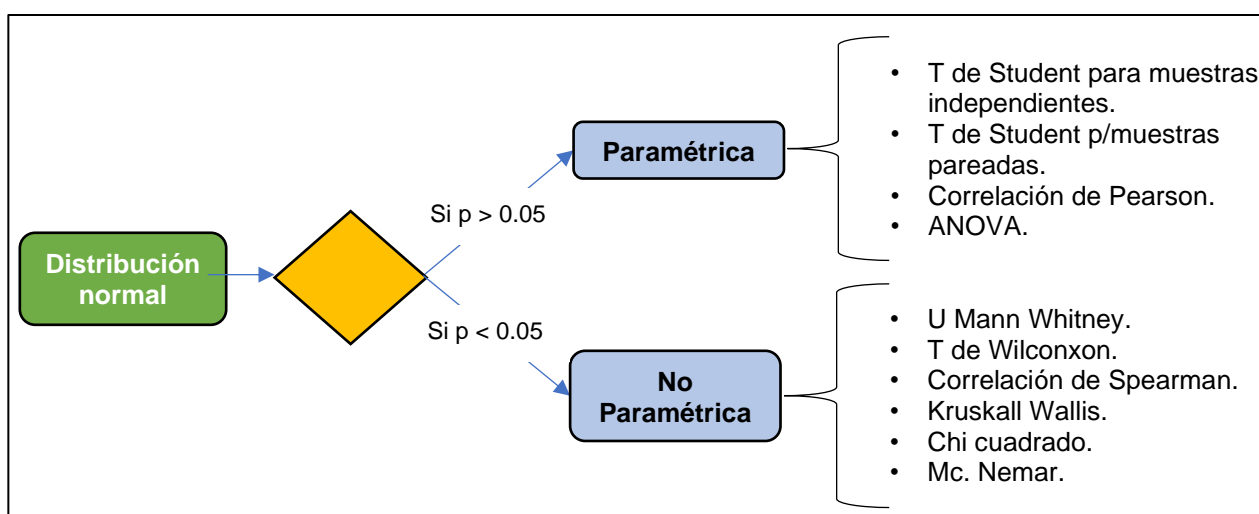
$$\text{Existe al menos un } i / \mu Rfi \neq \mu Rf_{\text{tradicional}}$$

Dado que la presente investigación es de enfoque cuantitativo y de diseño cuasi experimental. Donde se identifica como variable independiente a la adición parcial de ceniza de tallo de algarrobo; en la cual, se quiere probar si existe un efecto significativo del factor sobre la resistencia a compresión del concreto relacionado a la variable dependiente (diseño de pavimento rígido). Por consiguiente, para probar las hipótesis se utilizará el análisis de varianza ANOVA de un factor y la prueba paramétrica de rango post hoc de Tukey para comparar cuál de los diseños porcentuales (5%, 8% y 12% de CTA) resulta tener mejor efecto en comparación con el diseño tradicional (0% de CTA).

Requisitos y consideraciones para el ANOVA

- Comprobar los supuestos de Normalidad, mediante la Prueba de Shapiro-Wilk y de Homogeneidad (igualdad de varianzas), mediante la Prueba de Levene.
- Aquellos datos que no cumplan con la prueba de normalidad, se determinarán mediante la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

- Aquellos datos que no cumplan con la igualdad de varianzas, se aplicará la prueba no paramétrica T3 de Dunnett, en lugar de la prueba de rango post hoc de Tukey
- Se aceptará la hipótesis nula, para todas las pruebas, siempre y cuando los valores resultantes sean mayores o iguales al valor de significancia asumida de 0.05.
- La veracidad de las hipótesis se determinará para los 7, 14 y 28 días de curado.
- Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron en el programa estadístico SPSS v.25.



Fuente: INCADEM. *Estadística Descriptiva Aplicada a la Investigación en Ciencias Empresariales.*

Análisis estadístico de las resistencias a la compresión para los 7, 14 y 28 días de curación.

Resistencia a la compresión a los 7 días

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	ESFUERZO PROMEDIO	% F ^c
PROBETA N° 01 C° Patrón	17/04/2023	24/04/2023	7 días	1.99	168 kg/cm ²		79.9
PROBETA N° 02 C° Patrón	17/04/2023	24/04/2023	7 días	2.00	171 kg/cm ²	170 kg/cm ²	81.3
PROBETA N° 03 C° Patrón	17/04/2023	24/04/2023	7 días	1.99	172 kg/cm ²		81.9
PROBETA N° 10 CTA = 5%	18/04/2023	25/04/2023	7 días	2.00	184 kg/cm ²	187 kg/cm ²	87.8

PROBETA N° 11 CTA = 5%	18/04/2023	25/04/2023	7 días	2.00	185 kg/cm2		88.2
PROBETA N° 12 CTA = 5%	18/04/2023	25/04/2023	7 días	2.00	191 kg/cm2		90.8
PROBETA N° 19 CTA = 8%	19/04/2023	26/04/2023	7 días	2.00	177 kg/cm2		84.1
PROBETA N° 20 CTA = 8%	19/04/2023	26/04/2023	7 días	1.99	170 kg/cm2	172 kg/cm2	81.0
PROBETA N° 21 CTA = 8%	19/04/2023	26/04/2023	7 días	1.99	169 kg/cm2		80.2
PROBETA N° 28 CTA = 12%	20/04/2023	27/04/2023	7 días	2.00	167 kg/cm2		79.4
PROBETA N° 29 CTA = 12%	20/04/2023	27/04/2023	7 días	1.99	159 kg/cm2	164 kg/cm2	75.6
PROBETA N° 30 CTA = 12%	20/04/2023	27/04/2023	7 días	2.00	165 kg/cm2		78.4

Resistencia a la compresión a los 14 días

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	ESFUERZO PROMEDIO	% F'c
PROBETA N° 04 C° Patrón	17/04/2023	1/05/2023	14 días	2.00	193 kg/cm2		91.7
PROBETA N° 05 C° Patrón	17/04/2023	1/05/2023	14 días	2.00	195 kg/cm2	195 kg/cm2	92.8
PROBETA N° 06 C° Patrón	17/04/2023	1/05/2023	14 días	2.00	196 kg/cm2		93.2
PROBETA N° 13 CTA = 5%	18/04/2023	2/05/2023	14 días	1.99	212 kg/cm2		100.8
PROBETA N° 14 CTA = 5%	18/04/2023	2/05/2023	14 días	2.00	215 kg/cm2		102.4
PROBETA N° 15 CTA = 5%	18/04/2023	2/05/2023	14 días	2.00	220 kg/cm2	216 kg/cm2	104.6
PROBETA N° 22 CTA = 8%	19/04/2023	3/05/2023	14 días	1.99	200 kg/cm2		95.4
PROBETA N° 23 CTA = 8%	19/04/2023	3/05/2023	14 días	1.99	196 kg/cm2	198 kg/cm2	93.1
PROBETA N° 24 CTA = 8%	19/04/2023	3/05/2023	14 días	2.00	199 kg/cm2		94.9
PROBETA N° 31 CTA = 12%	20/04/2023	4/05/2023	14 días	1.99	184 kg/cm2		87.4
PROBETA N° 32 CTA = 12%	20/04/2023	4/05/2023	14 días	1.99	176 kg/cm2	180 kg/cm2	84.0
PROBETA N° 33 CTA = 12%	20/04/2023	4/05/2023	14 días	1.99	179 kg/cm2		85.1

Resistencia a la compresión a los 28 días

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	ESFUERZO PROMEDIO	% F'c
PROBETA N° 07 C° Patrón	17/04/2023	15/05/2023	28 días	1.99	235 kg/cm2		111.7
PROBETA N° 08 C° Patrón	17/04/2023	15/05/2023	28 días	1.99	244 kg/cm2	243 kg/cm2	116.2
PROBETA N° 09 C° Patrón	17/04/2023	15/05/2023	28 días	2.00	251 kg/cm2		119.7
PROBETA N° 16 CTA = 5%	18/04/2023	16/05/2023	28 días	2.00	241 kg/cm2		114.8
PROBETA N° 17 CTA = 5%	18/04/2023	16/05/2023	28 días	2.00	246 kg/cm2	247 kg/cm2	117.0
PROBETA N° 18 CTA = 5%	18/04/2023	16/05/2023	28 días	1.99	254 kg/cm2		120.9
PROBETA N° 25 CTA = 8%	19/04/2023	17/05/2023	28 días	2.00	226 kg/cm2		107.9
PROBETA N° 26 CTA = 8%	19/04/2023	17/05/2023	28 días	1.99	223 kg/cm2	224 kg/cm2	106.0
PROBETA N° 27 CTA = 8%	19/04/2023	17/05/2023	28 días	1.99	223 kg/cm2		106.3
PROBETA N° 34 CTA = 12%	20/04/2023	18/05/2023	28 días	1.99	219 kg/cm2		104.3
PROBETA N° 35 CTA = 12%	20/04/2023	18/05/2023	28 días	2.00	214 kg/cm2	216 kg/cm2	102.1
PROBETA N° 36 CTA = 12%	20/04/2023	18/05/2023	28 días	2.00	215 kg/cm2		102.4

Prueba de normalidad para la resistencia a la compresión

A continuación, los pasos para realizar una prueba de normalidad.

1. Planteamiento de normalidad

- Ho: hipótesis nula: Datos de la variable Resistencia Compresión tiene normalidad
- H1: hipótesis alterna: Datos de la variable Resistencia Compresión No tiene normalidad.

2. Seleccionar el Nivel de significancia de 5% de error = 0.05

3. Pruebas de normalidad

Verifica los datos de la muestra sí o no es una distribución normal

Kolmogorov – Smirnov: Se aplica a muestras grandes mayores a 50.

Shapiro-Wilk: Se aplicará a muestras pequeñas, menores iguales a 50.

4. Formular la Regla de decisión:

- Ho: La muestra sigue una distribución normal (presentan normalidad). $X=N(\mu, \sigma^2)$
- H1: La muestra no sigue una distribución normal (no presentan normalidad). $X \neq N(\mu, \sigma^2)$
- Si $p \leq 0.05$ Se rechaza la hipótesis nula (H1)
- Si $p > 0.05$ Se acepta la hipótesis nula (Ho)

Pruebas de normalidad							
	EDAD	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESION	7 DIAS	.216	12	.126	.935	12	.437
	14 DIAS	.165	12	.200*	.950	12	.644
	28 DIAS	.177	12	.200*	.919	12	.276
CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO	7 DIAS	.164	12	.200*	.878	12	.083
	14 DIAS	.164	12	.200*	.878	12	.083
	28 DIAS	.164	12	.200*	.878	12	.083

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Interpretación. Según esta investigación, se trabajó con número de muestras menores a 50; por el cual, se usó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. Dando como resultados a los valores de significancia (sig.) de 0.437, 0.644 y 0.276 mayores al 0.05, para los 7, 14 y 28 días, donde se acepta la hipótesis nula. De esta manera, los datos de la variable Resistencia a la Compresión siguen una distribución normal (si presentan normalidad). Por lo tanto, se realizan pruebas paramétricas para llevar a cabo el contraste estadístico.

Prueba del supuesto de Homogeneidad para la Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado:

Planteamiento de la hipótesis:

- Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos ($p > 0.05$)
- Ha: No existen igualdad de varianzas entre los grupos ($p \leq 0.05$)

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 7 DIAS	Se basa en la media	,998	3	8	,442
	Se basa en la mediana	,131	3	8	,939
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,131	3	6,523	,938
	Se basa en la media recortada	,866	3	8	,497
	Se basa en la media	1,143	3	8	,389
RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 14 DIAS	Se basa en la mediana	,576	3	8	,647
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,576	3	5,908	,652
	Se basa en la media recortada	1,100	3	8	,404
	Se basa en la media	1,681	3	8	,247
	Se basa en la mediana	1,128	3	8	,394
RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,128	3	5,334	,417
	Se basa en la media recortada	1,648	3	8	,254

Interpretación. Según los resultados de dicha prueba, en relación a la media indicó que, para las edades de 7, 14 y 28 días de curado, los valores de significancia (sig) de 0.442, 0.389 y 0.247 respectivamente, son mayores a 0.05 de significancia; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y dando a entender que si existe igualdad de varianzas entre los diseños.

Ahora una vez probado la normalidad de los datos, procederemos a la prueba ANOVA de un factor, para identificar las diferencias significativas entre el diseño patrón y al menos uno de los diseños experimentales.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 7 DIAS	Entre grupos	845,667	3	281,889	20,501	,000
	Dentro de grupos	110,000	8	13,750		
	Total	955,667	11			
RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 14 DIAS	Entre grupos	1968,250	3	656,083	66,720	,000
	Dentro de grupos	78,667	8	9,833		
	Total	2046,917	11			
RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS	Entre grupos	2016,250	3	672,083	22,912	,000
	Dentro de grupos	234,667	8	29,333		
	Total	2250,917	11			

Interpretación. Los resultados de dicha prueba indicaron que, los valores de sig. de la prueba entre grupos o diseños son iguales a 0.000 para las edades de 7, 14 y 28 días, siendo menor al valor de significancia de 0.05 (poseen un error menor al 5%). De tal manera, se afirmó que, si existe diferencias significativas, entre la media del diseño patrón y la media con alguno de los diseños experimentales.

Por lo tanto, se concluyó que existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis del investigador (Ha: La adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo sí influye positivamente en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² para diseñar el pavimento rígido).

Ahora debido a que, si existe igualdad de varianzas, se aplicará la prueba post hoc de Tukey para determinar cuál de los tratamientos o diseños experimentales es el que mejor efecto positivo tiene sobre la resistencia a la compresión.

La Prueba de post hoc de Tukey en la Resistencia a la Compresión a los 7 Días.

Resistencia a la compresión a los 7 días

Factor % de ceniza de tallo de algarrobo CTA	HSD Tukey ^a		
	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
DISEÑO 3: 12% DE CTA	3	163,6667	
DISEÑO PATRON: 0% DE CTA	3	170,3333	
DISEÑO 2: 8% DE CTA	3	172,0000	
DISEÑO 1: 5% DE CTA	3		186,6667
Sig.		,094	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Interpretación. Se obtuvo los resultados obtenidos en la prueba de Tukey para los 7 días, donde el diseño de la resistencia a la compresión del 5% es significativamente mayor al diseño patrón y a los diseños experimentales de 8% y 12%. Sin embargo, el diseño 2 (para el 8%), a pesar de tener una media mayor al diseño patrón, no resulta ser significativo. Por consiguiente, se concluyó que, para este caso, el porcentaje óptimo de adición parcial de ceniza de tallo de algarrobo es el 5% para mejorar la resistencia del concreto.

La Prueba de post hoc de Tukey en la Resistencia a la Compresión a los 14 Días.

Resistencia a la compresión a los 14 días				
Factor % de ceniza de tallo de algarrobo CTA	HSD Tukey ^a			
	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
DISEÑO 3: 12% DE CTA	3	179,67		
DISEÑO PATRON: 0% DE CTA	3		194,67	
DISEÑO 2: 8% DE CTA	3		198,33	
DISEÑO 1: 5% DE CTA	3			215,67
Sig.		1,000	,516	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Interpretación. Se obtuvo los resultados obtenidos en la prueba de Tukey para los 14 días, donde el diseño de la resistencia a la compresión del 5% es significativamente mayor al diseño patrón y a los diseños experimentales de 8%

y 12%. Sin embargo, el diseño 2 (para el 8%), a pesar de tener una media mayor al diseño patrón, no resulta ser significativo. Por consiguiente, se concluyó que, para este caso, el porcentaje óptimo de adición parcial de ceniza de tallo de algarrobo es el 5% para mejorar la resistencia del concreto.

La Prueba de post hoc de Tukey en la Resistencia a la Compresión a los 28 Días.

Resistencia a la compresión a los 28 días			
Factor % de ceniza de tallo de algarrobo CTA	N	HSD Tukey ^a	
		Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
DISEÑO 3:12% DE CTA	3	216,00	
DISEÑO 2 :8% DE CTA	3	224,00	
DISEÑO PATRON: 0% DE CTA	3		243,33
DISEÑO 1: 5% DE CTA	3		247,00
Sig.		,336	,839

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Interpretación. Se obtuvo los resultados obtenidos en la prueba de Tukey para los 28 días, donde el diseño de la resistencia a la compresión del 5% es significativamente regular al diseño patrón, pero mayor a los diseños experimentales de 8% y 12%. Por consiguiente, se concluyó que, para este caso, el porcentaje óptimo de adición parcial de ceniza de tallo de algarrobo es el 5% para mejorar la resistencia del concreto.

Análisis estadístico de las resistencias a la flexión para los 28 días de curación.

Resistencia a la flexión a los 28 días.

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA	ESFUERZO PROMEDIO
VIGA N° 01				TERCIO			
C° Patrón	17/04/2023	15/05/2023	28 días	CENTRAL	45.0	26 kg/cm ²	
VIGA N° 02				TERCIO			26 kg/cm ²
C° Patrón	17/04/2023	15/05/2023	28 días	CENTRAL	45.0	26 kg/cm ²	

VIGA N° 03				TERCIO			
C° Patrón	17/04/2023	15/05/2023	28 días	CENTRAL	45.0	26 kg/cm2	
VIGA N° 07				TERCIO			
CTA = 5%	18/04/2023	16/05/2023	28 días	CENTRAL	45.0	28 kg/cm2	
VIGA N° 08				TERCIO			
CTA = 5%	18/04/2023	16/05/2023	28 días	CENTRAL	45.0	29 kg/cm2	29 kg/cm2
VIGA N° 09				TERCIO			
CTA = 5%	18/04/2023	16/05/2023	28 días	CENTRAL	45.0	29 kg/cm2	
VIGA N° 13				TERCIO			
CTA = 8%	19/04/2023	17/05/2023	28 días	CENTRAL	45.0	30 kg/cm2	
VIGA N° 14				TERCIO			
CTA = 8%	19/04/2023	17/05/2023	28 días	CENTRAL	45.0	29 kg/cm2	30 kg/cm2
VIGA N° 15				TERCIO			
CTA = 8%	19/04/2023	17/05/2023	28 días	CENTRAL	45.0	30 kg/cm2	
VIGA N° 19				TERCIO			
CTA = 12%	20/04/2023	18/05/2023	28 días	CENTRAL	46.0	32 kg/cm2	
VIGA N° 20				TERCIO			
CTA = 12%	20/04/2023	18/05/2023	28 días	CENTRAL	47.0	31 kg/cm2	31 kg/cm2
VIGA N° 21				TERCIO			
CTA = 12%	20/04/2023	18/05/2023	28 días	CENTRAL	48.0	31 kg/cm2	

Prueba de normalidad para la resistencia a la flexión

- Ho: La muestra sigue una distribución normal (presentan normalidad).
- H1: La muestra no sigue una distribución normal (no presentan normalidad).

Si $p \leq 0.05$ Se rechaza la hipótesis nula (H1)

Si $p > 0.05$ Se acepta la hipótesis nula (Ho)

Pruebas de normalidad							
	EDAD	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA FLEXION	28 DIAS	,183	12	,200*	,909	12	,207
CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO	28 DIAS	,164	12	,200*	,878	12	,083

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Interpretación. Según esta investigación, se trabajó con número de muestras menores a 50; por el cual, se usó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. Dando como resultado al valor de significancia (sig.) de 0.207, siendo ésta mayor al 0.05, donde se acepta la hipótesis nula. De tal manera, que siguen una distribución normal (si presentan normalidad) y realizar pruebas paramétricas para llevar a cabo el contraste estadístico.

Prueba del supuesto de Homogeneidad para la Resistencia a la flexión para los 28 días de curado:

Planteamiento de la hipótesis:

- Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos ($p > 0.05$)
- Ha: No existen igualdad de varianzas entre los grupos ($p \leq 0.05$)

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA A LA FLEXION A LOS 28 DIAS	Se basa en la media	5,333	3	8	,026
	Se basa en la mediana	,333	3	8	,802
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,333	3	6,000	,802
	Se basa en la media recortada	4,201	3	8	,046

Interpretación. Según los resultados de dicha prueba, en relación a la media, indicó que el valor de significancia (sig) de 0.026 es menor a 0.05 de significancia; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y dando a entender que no existe igualdad de varianzas entre los diseños.

Ahora una vez probado que, si tiene normalidad, procederemos a la prueba ANOVA de un factor, para identificar las diferencias significativas entre el diseño patrón y al menos uno de los diseños experimentales.

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS	Entre grupos	44,917	3	14,972	59,889	,000
	Dentro de grupos	2,000	8	,250		
	Total	46,917	11			

Interpretación. Los resultados de dicha prueba indica que, el valor de sig. de la prueba entre grupos o diseños es igual a 0.000, siendo menor al valor de significancia de 0.05 (poseen un error menor al 5%). De tal manera, se afirmó que, si existe diferencias significativas, entre la media del diseño patrón y la media con alguno de los diseños experimentales. Por lo tanto, se concluyó que existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis del investigador (Ha: La adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo sí influye positivamente en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² para diseñar el pavimento rígido). Ahora debido a que, no existe igualdad de varianzas, se aplicará la prueba no paramétrica de T3 de Dunnett para determinar cuál de los tratamientos o diseños experimentales es el que mejor efecto positivo tiene sobre la resistencia a la flexión.

La Prueba no paramétrica de T3 Dunnett en la Resistencia a la flexión para los 28 Días.

Comparaciones múltiples							
Variable dependiente: RESISTENCIA A LA FLEXION A LOS 28 DIAS							
T3 Dunnett							
(I) PORCENTAJE DE LAS MUESTRAS	(J) PORCENTAJE DE LAS MUESTRAS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
DISEÑO PATRON: 0% DE CTA	DISEÑO 1: 5% DE CTA	-2,6667*	,3333	,046	-5,215	-,118	
	DISEÑO 2 :8% DE CTA	-3,6667*	,3333	,025	-6,215	-1,118	
	DISEÑO 3:12% DE CTA	-5,3333*	,3333	,012	-7,882	-2,785	
DISEÑO 1: 5% DE CTA	DISEÑO TRADICIONAL:0%	2,6667*	,3333	,046	,118	5,215	
	DISEÑO 2 :8% DE CTA	-1,0000	,4714	,358	-3,058	1,058	
	DISEÑO 3:12% DE CTA	-2,6667*	,4714	,021	-4,725	-,608	
DISEÑO 2: 8% DE CTA	DISEÑO TRADICIONAL:0%	3,6667*	,3333	,025	1,118	6,215	
	DISEÑO 1: 5% DE CTA	1,0000	,4714	,358	-1,058	3,058	
	DISEÑO 3:12% DE CTA	-1,6667	,4714	,098	-3,725	,392	
DISEÑO 3: 12% DE CTA	DISEÑO TRADICIONAL:0%	5,3333*	,3333	,012	2,785	7,882	
	DISEÑO 1: 5% DE CTA	2,6667*	,4714	,021	,608	4,725	
	DISEÑO 2 :8% DE CTA	1,6667	,4714	,098	-,392	3,725	

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Interpretación. Se obtuvo los resultados obtenidos en la prueba no paramétrica de T3 Dunnett, donde el diseño 3 del 12% presenta significancias favorables en relación al diseño patrón y a los diseños experimentales de 5% y 8%. Por consiguiente, se concluyó que, para este caso, el porcentaje óptimo de adición parcial de ceniza de tallo de algarrobo es el 12% para mejorar la resistencia a la flexión del concreto.

Análisis estadístico de las resistencias a la abrasión para los 28 días de curación.

Resistencia a la abrasión a los 28 días

DESCRIPCION	PESO INICIAL (g)	PESO 3ER CICLO (g)	FECHA DE ENSAYO	ABRASION (%)	ABRASION PROMEDIO (%)
PC-1 0% CTA	2005.20	1993.50	18/05/2023	0.58	
PC-2 0% CTA	1970.00	1957.00	18/05/2023	0.66	0.63
PC-3 0% CTA	2052.40	2039.00	18/05/2023	0.65	
PC-1 5% CTA	2302.00	2288.00	18/05/2023	0.61	
PC-2 5% CTA	2180.20	2165.00	18/05/2023	0.70	0.66
PC-3 5% CTA	2230.20	2215.00	18/05/2023	0.68	
PC-1 8% CTA	2580.20	2562.24	18/05/2023	0.70	
PC-2 8% CTA	2325.80	2307.80	18/05/2023	0.77	0.74
PC-3 8% CTA	2550.10	2531.30	18/05/2023	0.74	
PC-1 12% CTA	2560.20	2541.50	18/05/2023	0.73	
PC-2 12% CTA	2425.10	2405.80	18/05/2023	0.80	0.77
PC-3 12% CTA	2600.00	2580.00	18/05/2023	0.77	

Prueba de normalidad para la resistencia a la abrasión

- Ho: La muestra sigue una distribución normal (presentan normalidad).
- H1: La muestra no sigue una distribución normal (no presentan normalidad).

Si $p \leq 0.05$ Se rechaza la hipótesis nula (H_1)

Si $p > 0.05$ Se acepta la hipótesis nula (H_0)

Pruebas de normalidad							
	EDAD	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA ABRASION	28 DIAS	,105	12	,200*	,974	12	,949
CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO	28 DIAS	,164	12	,200*	,878	12	,083

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Interpretación. Según esta investigación, se trabajó con número de muestras menores a 50; por el cual, se usó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. Dando como resultado al valor de significancia (sig.) de 0.949, siendo ésta mayor al 0.05, donde se acepta la hipótesis nula. De tal manera, que siguen una distribución normal (si presentan normalidad) y realizar pruebas paramétricas para llevar a cabo el contraste estadístico.

Prueba del supuesto de Homogeneidad para la Resistencia a la abrasión para los 28 días de curado:

Planteamiento de la hipótesis:

- H_0 : Si existen igualdad de varianzas entre los grupos ($p > 0.05$)
- H_a : No existen igualdad de varianzas entre los grupos ($p \leq 0.05$)

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA A LA ABRASION A LOS 28 DIAS	Se basa en la media	,329	3	8	,805
	Se basa en la mediana	,034	3	8	,991
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,034	3	6,291	,991
	Se basa en la media recortada	,293	3	8	,830

Interpretación. Según los resultados de dicha prueba, en relación a la media indicó que, el valor de significancia (sig) de 0.805 es mayor a 0.05 de

significancia; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y dando a entender que si existe igualdad de varianzas entre los diseños.

Ahora una vez probado la normalidad de los datos, procederemos a la prueba ANOVA de un factor, para identificar las diferencias significativas entre el diseño patrón y al menos uno de los diseños experimentales.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
RESISTENCIA A LA	Entre grupos	,036	3	,012	7,291	,011
ABRACION A LOS 28 DIAS	Dentro de grupos	,013	8	,002		
	Total	,049	11			

Interpretación. Los resultados de dicha prueba indica que, el valor de sig. de la prueba entre grupos o diseños es igual a 0.011, siendo menor al valor de significancia de 0.05 (poseen un error menor al 5%). De tal manera, se afirmó que, si existe diferencias significativas, entre la media del diseño patrón y la media con alguno de los diseños experimentales.

Por lo tanto, se concluyó que existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis del investigador (Ha: La adición parcial de cenizas del tallo de algarrobo sí influye positivamente en las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² para diseñar el pavimento rígido).

Ahora debido a que, si existe igualdad de varianzas, se aplicará la prueba post hoc de Tukey para determinar cuál de los tratamientos o diseños experimentales es el que mejor efecto positivo tiene sobre la resistencia a la abrasión.

La Prueba de post hoc de Tukey en la Resistencia a la abrasión para los 28 Días.

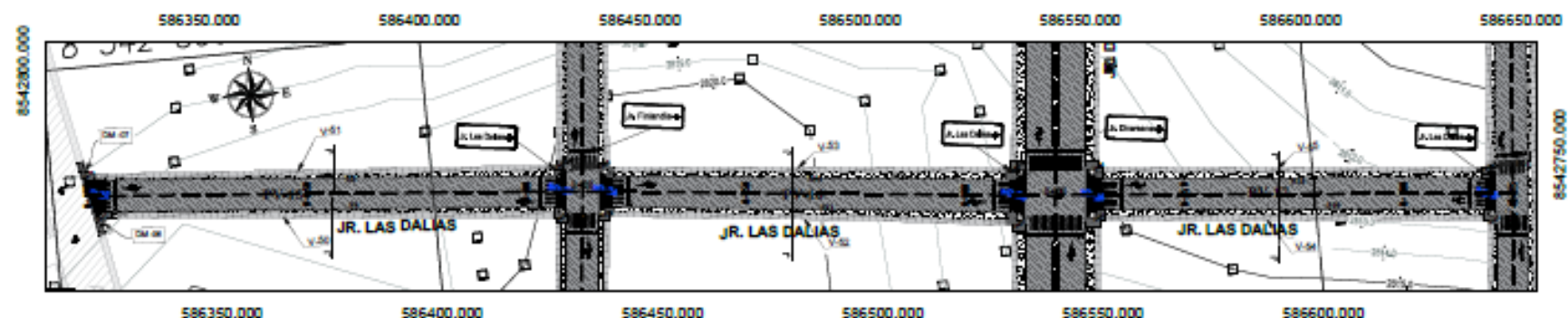
RESISTENCIA A LA ABRACION A LOS 28 DIAS			
Factor % de ceniza de tallo de algarrobo CTA	N	HSD Tukey ^a	
		Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
DISEÑO PATRON: 0% DE CTA	3	,6300	
DISEÑO 1: 5% DE CTA	3	,6633	,6633

DISEÑO 2: 8% DE CTA	3		,7367
DISEÑO 3: 12% DE CTA	3		,7667
Sig.		,751	,056

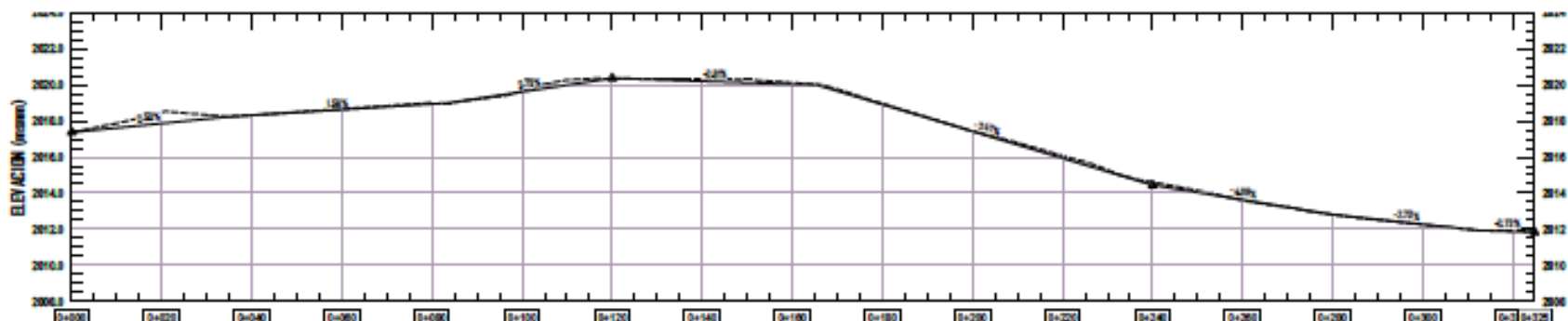
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Interpretación. Se obtuvo los resultados obtenidos en la prueba de Tukey. En este caso, se muestran los porcentajes de desgaste por abrasión para 0%, 5%, 8% y 12%. Donde los diseños 3, 4 y 5 poseen una significancia mayor al diseño patrón; es decir, presentan un mayor desgaste que el concreto patrón. Por consiguiente, se concluyó que, el porcentaje óptimo para este ensayo fue el diseño patrón del 0%, ya que ésta resultó tener el menor porcentaje de desgaste y obteniendo una mayor resistencia a la abrasión.



PLANTA - JR. LAS DALIAS
Escala 1/1000



COTA TERRENO	2017.2	2016.6	2016.2	2016.0	2015.8	2015.8	2015.7	2015.5	2015.5	2015.7	2015.7	2015.8	2016.1	2016.2	2016.1	2015.8
COTA RASANTE	2017.2	2016.6	2016.2	2016.0	2015.8	2015.8	2015.7	2015.5	2015.5	2015.7	2015.7	2015.8	2016.1	2016.2	2016.1	2015.8
ALT. CORTE	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RELLENO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DIAGRAMA VERTICAL	<p>0+00 to 0+020: 2.12% (4.24m) @ 2.00m</p> <p>0+020 to 0+040: 2.12% (4.24m) @ 2.00m</p> <p>0+040 to 0+060: 2.12% (4.24m) @ 2.00m</p> <p>0+060 to 0+080: 2.12% (4.24m) @ 2.00m</p> <p>0+080 to 0+100: 2.12% (4.24m) @ 2.00m</p> <p>0+100 to 0+120: 2.12% (4.24m) @ 2.00m</p> <p>0+120 to 0+140: 2.0% (4.00m) @ 2.00m</p> <p>0+140 to 0+160: 2.5% (5.00m) @ 2.00m</p> <p>0+160 to 0+180: 2.0% (4.00m) @ 2.00m</p> <p>0+180 to 0+200: 2.0% (4.00m) @ 2.00m</p> <p>0+200 to 0+220: 2.0% (4.00m) @ 2.00m</p> <p>0+220 to 0+240: 2.0% (4.00m) @ 2.00m</p> <p>0+240 to 0+260: 2.0% (4.00m) @ 2.00m</p> <p>0+260 to 0+280: 2.0% (4.00m) @ 2.00m</p> <p>0+280 to 0+300: 2.0% (4.00m) @ 2.00m</p> <p>0+300 to 0+320: 2.0% (4.00m) @ 2.00m</p>															
DIAGRAMA HORIZONTAL	<p>L = 18.30m</p> <p>L = 7 C: (C: 10)</p> <p>L = 97.00m</p> <p>L = 13.00 C: (C: 3) (C: 4)</p> <p>L = 97.00m</p>															

PERFIL LONGITUDINAL - JR. LAS DALIAS
Escala 1/1000

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

<p>UBICACIÓN:</p> <p>PROY. : AYACUCHO</p> <p>PROV. : Huancayo</p> <p>DIST. : San Juan Bautista</p>	<p>ENCARGO:</p> <p>Elaboración de planos de obra para el proyecto de construcción de la obra de infraestructura de la carretera de San Juan Bautista - Huancayo, provincia de Huancayo.</p> <p>TÍTULO:</p> <p style="text-align: center;">PLANTA Y PERFIL</p>
<p>FECHA:</p> <p>2023</p>	<p>PROYECTO:</p> <p>PP 01</p>

Anexo 12. Panel fotográfico

PROCESO DE OBTENCION DE CENIZA DE TALLO DE ALGARROBO



Fotografía 1: Empresa panificadora "Pan Caliente".



Fotografía 2: Horno artesanal para la incineración.



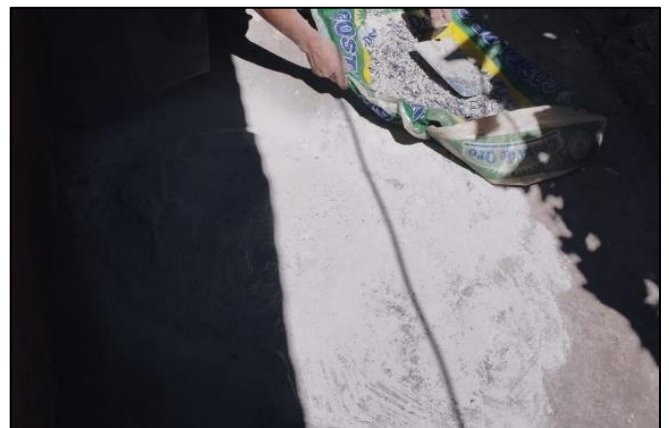
Fotografía 3: Tallos de algarrobo para la obtención de ceniza.



Fotografía 4: Colocación de los tallos al horno para la incineración.



Fotografía 5: Temperatura de 440 °C en el termómetro de dial.



Fotografía 6: Producto final de la ceniza.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS



Fotografía 7: Cuarteo del agregado fino.



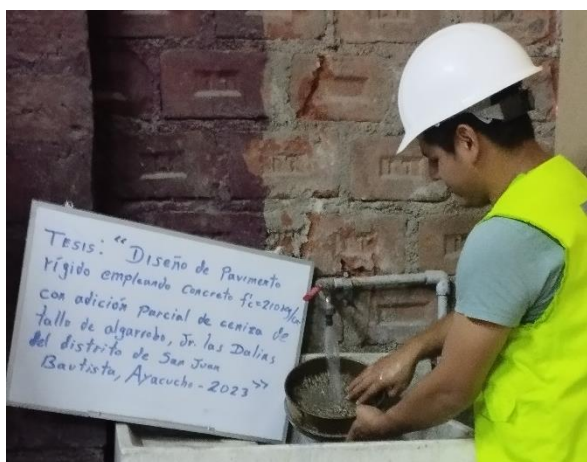
Fotografía 8: Cuarteo del agregado fino.



Fotografía 9: Ensayo de granulometría del agregado fino.



Fotografía 10: Ensayo de granulometría del agregado grueso.



Fotografía 11: Lavado del agregado fino en la malla N° 200.



Fotografía 12: Lavado del agregado fino en la malla N° 4.



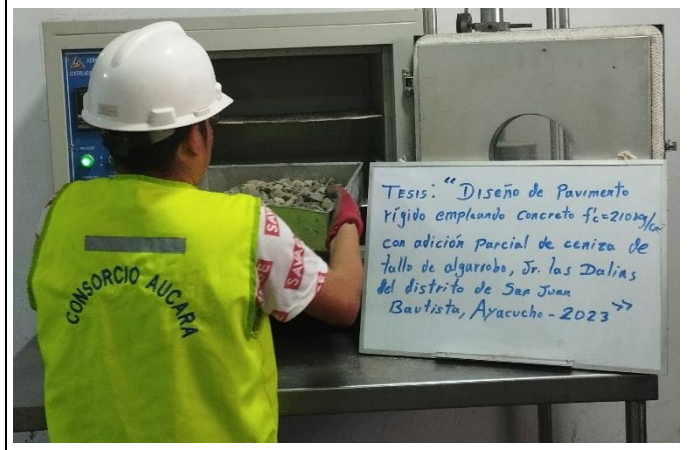
Fotografía 13: Pesado del agregado fino para el % de humedad.



Fotografía 14: Pesado del agregado grueso para el % de humedad.



Fotografía 15: Colocación del agregado fino al horno industrial.



Fotografía 16: Colocación del agregado grueso al horno industrial.



Fotografía 17: Peso unitario del agregado fino.



Fotografía 18: Peso unitario del agregado grueso.

PROPIEDADES FISICAS DEL CONCRETO FRESCO



Fotografía 19: Elaboración del diseño de mezcla del concreto.



Fotografía 20: Asentamiento del concreto fresco.



Fotografía 21: Peso unitario del concreto fresco.



Fotografía 22: Elaboración de probetas de concreto.



Fotografía 23: Elaboración de viguetas de concreto.



Fotografía 24: Elaboración de discos de concreto.

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO



Fotografía 25: Probetas para el ensayo de compresión.



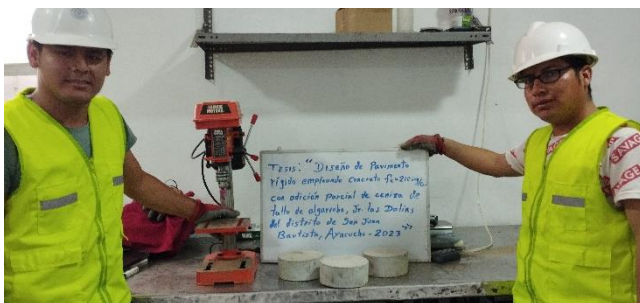
Fotografía 26: Ensayo de compresión del concreto 28 días.



Fotografía 27: Viguetas para el ensayo de flexión.



Fotografía 28: Ensayo de flexión del concreto 28 días.



Fotografía 29: Discos de concreto para el ensayo de abrasión.



Fotografía 30: Ensayo de abrasión del concreto 28 días.

Anexo 13. Normativa

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 400.037
2002**

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

Lima, Perú

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

AGGREGATES. Standard specification for concrete aggregates

**2002-02-14
2ª Edición**

AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

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

2001-05-31
2ª Edición

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 400.022
2013**

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

Lima, Perú

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

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

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

**2013-12-26
3ª Edición**

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 400.021
2002**

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

Lima, Perú

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

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

**2002-05-16
2ª Edición**

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 400.017
1999**

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

Lima, Perú

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

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

**1999-04-21
2ª Edición**

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

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

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

2009-12-23
3ª Edición

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

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

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

**2008-09-03
2ª Edición**

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 339.034
2008**

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales INDECOPI
Calle de La Prensa 108, San Borja (Línea 41) Apartado 145

Lima, Perú

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

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

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C39/C39M-05e1 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19380, USA. -Reimpresa por autorización de ASTM International

2008-01-02
3ª Edición

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

Precio basado en 18 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

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

Prohibida su reproducción total o parcial

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 339.079
2012**

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI
Calle de La Prensa 884, San Borja (Lima 41) Apartado 143 Lima, Perú

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

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

**2012-09-26
3ª Edición**

R.0092-2012-CNI-INDECOPI. Publicada el 2012-10-31

Precio basado en 09 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descripciones: Concreto, vigas, resistencia a la flexión, ensayo

ACI 211.9R-18

Guide to Selecting Proportions for Pumpable Concrete

Reported by ACI Committee 211





PERU

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES



Edición Mayo de 2016





PERU

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Dirección General
de Caminos y
Ferrocarriles



“MANUAL DE CARRETERAS” SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS

R.D. N° 10-2014-MTC/14



VERSION ABRIL DE 2014

 **PERU** PROGRESO
PARA TODOS