



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

Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, avenida Sol, San Martín Porres, Lima 2023

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Chauca Hoyos, Piero Bryann (orcid.org/0009-0003-0801-8723)

**ASESOR:**

Dr. Benites Zuñiga, Jose Luis (orcid.org/0000-0003-4459-494X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERÚ**

**2023**

## **Dedicatoria**

A mis padres Víctor Chauca Soria y Sara Hoyos Maravi, quienes, con su constante apoyo y esfuerzo, me incentivan cada día a pelear con las dificultades de la vida a pesar los problemas que se presentan en el camino hacia el éxito.

A mi familia que me apoyan incondicionalmente para seguir luchando, a través sus constante aliento y comprensión en los momentos difíciles.

## **Agradecimiento**

A Dios, por darme salud, sabiduría, y guiarme en el camino hacia mi propósito.

A mi asesor por su constante apoyo en la revisión y realización en cada paso del proyecto de investigación.

A ustedes, mi mayor gratitud y reconocimiento.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

### Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BENITES ZUÑIGA JOSE LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis Completa titulada: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM<sup>2</sup>, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023", cuyo autor es CHAUCA HOYOS PIERO BRYANN, 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 Completa 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, 13 de Febrero del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BENITES ZUÑIGA JOSE LUIS DNI: 42414842 ORCID: 0000-0003-4450-404X	Firmado electrónicamente por: JBENITESZL el 13- 02-2024 19:09:06

Código documento Trilce: TRI - 0738044



# DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES



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

## **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, CHAUCA HOYOS PIERO BRYANN estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM<sup>2</sup>, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He 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 asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS <b>DNI:</b> 47687873 <b>ORCID:</b> 0009-0003-0801-8723	Firmado electrónicamente por: PCHAUCAH el 13-02- 2024 21:45:37

Código documento Trilce: TRI - 0738043



## Índice de contenidos

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	.x
ABSTRACT.....	.xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	16
3.2. Variables y operacionalización.....	17
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5. Procedimientos.....	19
3.6. Método de análisis de datos.....	23
3.7. Aspectos éticos.....	23
IV. RESULTADOS.....	24
V. DISCUSIÓN.....	39
VI. CONCLUSIONES.....	43
VII. RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS.....	50

## Índice de tablas

Tabla 1.	Clases de fibras naturales.....	11
Tabla 2.	Niveles de asentamiento del concreto.....	13
Tabla 3.	Análisis granulométrico de la ceniza de madera.....	20
Tabla 4.	Análisis granulométrico y clasificación de suelos.....	21
Tabla 5.	Ensayos físicos de los agregados.....	21
Tabla 6.	Diseño de mezcla de muestra patrón y combinaciones.....	22
Tabla 7.	Ensayos realizados al concreto patrón $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .....	23
Tabla 8.	Propiedades físicas de la ceniza de madera.....	25
Tabla 9.	Propiedades químicas de la ceniza de madera.....	25
Tabla 10.	Propiedades físicas de la fibra natural.....	26
Tabla 11.	Composición de la fibra natural.....	26
Tabla 12.	Composición química de la fibra natural.....	26
Tabla 13.	Prueba de slump.....	27
Tabla 14.	Prueba de normalidad – ensayo de Slump.....	27
Tabla 15.	Coefficiente de correlación “r” de Pearson – ensayo de slump... ..	28
Tabla 16.	Ensayo a compresión.....	29
Tabla 17.	Prueba de normalidad – resistencia a la compresión.....	30
Tabla 18.	Coefficiente de correlación “r” de Pearson – resistencia a la compresión.....	30
Tabla 19.	Ensayo a flexión.....	31
Tabla 20.	Prueba de normalidad – resistencia a la flexión.....	32
Tabla 21.	Coefficiente de correlación “r” de Pearson – resistencia a la flexión.....	33
Tabla 22.	Espesor del pavimento.....	34
Tabla 23.	Prueba de normalidad – espesor del pavimento.....	35
Tabla 24.	Coefficiente de correlación “r” de Pearson – espesor del pavimento.....	35
Tabla 25.	Presupuesto del concreto para 2,250 m <sup>2</sup> .....	36
Tabla 26.	Prueba de normalidad – Costo del concreto para 2,250 m <sup>2</sup> .....	37
Tabla 27.	Coefficiente de correlación “r” de Pearson – Costo del concreto para 2,250 m <sup>2</sup> .....	37

## Índice de figuras

Figura 1.	Proceso de la fabricación del cemento: a) Proceso húmedo b) Proceso seco.....	12
Figura 2.	Instrumento para ensayo de la trabajabilidad.....	13
Figura 3.	Prueba de resistencia a la compresión.....	14
Figura 4.	Prueba de resistencia a la flexión.....	14
Figura 5.	Lavado de la fibra natural.....	19
Figura 6.	Secado de la fibra natural.....	19
Figura 7.	6.5% de ceniza de madera.....	20
Figura 8.	7.5% de ceniza de madera.....	20
Figura 9.	8.5% de ceniza de madera.....	20
Figura 10.	progresiva 0+00 (C-1).....	21
Figura 11.	progresiva 0+250 (C-2).....	21
Figura 12.	progresiva 0+500 (C-3).....	21
Figura 13.	Diseño de mezcla.....	22
Figura 14.	Probetas cilíndricas.....	22
Figura 15.	Vigas rectangulares.....	22
Figura 16.	Mapa político del Perú.....	24
Figura 17.	Mapa político del departamento de Lima.....	24
Figura 18.	Mapa de la provincia de Lima.....	24
Figura 19.	Mapa del distrito de San Martín de Porres.....	24
Figura 20.	Prueba de slump.....	25
Figura 21.	Toma de medida de asentamiento.....	25
Figura 22.	Ensayos del slump.....	26
Figura 23.	Prueba resistencia a la compresión muestra patrón.....	28
Figura 24.	Ensayo resistencia a la compresión P+0.9%FN.....	28
Figura 25.	Ensayos a compresión.....	28
Figura 26.	Ensayo resistencia a la flexión muestra patrón.....	30
Figura 27.	Ensayo resistencia a la flexión P+0.9%FN+6.5%CM.....	30
Figura 28.	Resistencia de ensayos a flexión.....	31
Figura 29.	Diseño de pavimento rígido $f'c=280\text{kg/cm}^2$ $E=200\text{mm}$ .....	32
Figura 30.	Diseño de pavimento rígido P+0.9%FN+6.5%CM $E=190\text{mm}$ .....	32

Figura 31. Espesor del concreto del pavimento.....	33
Figura 32. Presupuesto por tipo de concreto.....	35
Figura 33. Costo del concreto para 2,250 m2.....	35

## Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo principal demostrar la influencia de la adición de fibra natural y ceniza de madera en el concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> de la avenida Sol, San Martín de Porres, adicionando al cemento en porcentaje a su peso de 0.9% de fibra natural y 6.5%, 7.5% y 8.5% de ceniza de madera. Es de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, de diseño cuasi experimental, de nivel explicativo; asimismo, se elaboraron 45 probetas cilíndricas y 15 probetas tipo viga para ensayo a compresión y flexión.

Se obtuvo como resultados los ensayos de resistencia a compresión a los 28 días para el concreto patrón y con adición 0.9%FN con 6.5%CM fueron 357.03 kg/cm<sup>2</sup> y 369.77 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Además, se tuvo las resistencias a flexión a los 28 días, para el concreto patrón la resistencia fue de 43.67 kg/cm<sup>2</sup> y al adicionar 0.9%FN+6.5%CM, se obtuvo 44.67 kg/cm<sup>2</sup>. Asimismo, utilizando la dosificación de 0.9%FN+6.5%CM se redujo el espesor del concreto del pavimento rígido a 19 cm y se alcanzó un ahorro de 4.16% en presupuesto para un área de 2,250 m<sup>2</sup>. Por lo tanto, se concluyó que la dosificación ideal para adicionar al concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> es 0.9% FN con 6.5% CM.

**Palabras clave:** fibra natural, ceniza de madera, propiedades del concreto.

## Abstract

The main objective of this research was to demonstrate the influence of the addition of natural fiber and wood ash in the concrete  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> of Avenida Sol, San Martin de Porres, adding 0.9% of natural fiber and 6.5%, 7.5% and 8.5% of wood ash to the cement. It is of an applied type with a quantitative approach, of quasi-experimental design, of explanatory level; likewise, 45 cylindrical specimens and 15 beam type specimens were elaborated for compression and flexural tests.

The results of the compressive strength tests at 28 days for the standard concrete and the concrete with 0.9%FN addition with 6.5%CM were 357.03 kg/cm<sup>2</sup> and 369.77 kg/cm<sup>2</sup> respectively. In addition, the flexural strength at 28 days was 43.67 kg/cm<sup>2</sup> for the standard concrete and 44.67 kg/cm<sup>2</sup> for the addition of 0.9%FN+6.5%CM. Likewise, using the 0.9%FN+6.5%CM dosage, the thickness of the rigid pavement concrete was reduced to 19 cm and a savings of 4.16% in budget was achieved for an area of 2,250 m<sup>2</sup>. Therefore, it was concluded that the ideal dosage to add to concrete  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> is 0.9% FN with 6.5% CM.

**Keywords:** natural fiber, wood ash, concrete properties.

## I. INTRODUCCIÓN

Las Civilizaciones tan antiguas como la del 6500 a.C. han utilizado cemento no hidráulico en el pasado. Griegos y romanos desarrollaron después el cemento hidráulico (Bheel, Ali y Lal, 2021, p. 1). Debido a alta demanda de la producción de cemento se volvió muy peligrosa para el medio ambiente ya que produce calor y una cantidad excesiva de CO<sub>2</sub> (Bheel et al., 2021, p. 1).

En México, el tráfico congestionado es la principal causa del deterioro de las carreteras, lo que afecta el consumo y usufructo de los recursos naturales y en consecuencia repercute en la constante reparación de carreteras. Debido a ello, el uso de reciclaje de pavimentos asfálticos se ha convertido en un método para reducir el gasto de lo mencionado (Guzmán et al, 2021).

En la región de Puno en Perú, uno de los materiales más usado es el concreto en todas las construcciones. La mezcla necesita del uso de agregados de diferentes propiedades para obtener concretos de alta calidad, en la cual surge la posibilidad de incorporarse a la mezcla del concreto la posibilidad de utilizar cenizas como sustituto para dar mayor trabajabilidad y resistencia, además, es posible reducir el impacto ambiental agregando pequeñas cantidades al concreto para que no se convierta en un material contaminante en zonas pobladas (Huaquisto y Belisario, 2018, p. 2).

En la avenida Sol localizado al norte de lima metropolitana, se vio afectado en áreas del pavimento debido al tránsito por ser un lugar comercial de artículos de ferretería y vía principal como conexión de otro distrito, parte de la estructura del pavimento presenta fisuras y grietas que debilitan la estructura, causando gran congestión al libre tránsito vehicular de los vecinos, comerciantes y conductores. A la fecha existe atención en encontrar materiales que puedan incrementar propiedades del concreto, además de, reducir costos, reutilizar residuos y reducir la contaminación ambiental. Con la utilización de la ceniza y fibra se pretende perfeccionar las propiedades del concreto y por tal razón incrementar la calidad y durabilidad del concreto de pavimento rígido que es de uso común para transportarse y evitar que

se deteriore. Entonces con el fin de disminuir la cantidad en cemento para la fabricación de concreto, siendo perjudicial para el medioambiente por la emisión de CO<sub>2</sub>.

Debido a esta realidad problemática, se formuló la siguiente problemática general: ¿Cuál es la incidencia de la ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> para el diseño del pavimento rígido, avenida Sol, San Martín Porres, Lima 2023? Así también se consideró los siguientes problemas específicos: ¿De qué manera incide la ceniza de madera y fibra natural en el slump del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>?, ¿De qué manera incide la ceniza de madera y fibra natural en la resistencia a la compresión del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>?, ¿De qué manera incide la ceniza de madera y fibra natural en la resistencia a la flexión del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>?, ¿De qué manera incide en el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> adicionando la ceniza de madera y fibra natural a la estructura del pavimento rígido, avenida Sol, San Martín Porres, Lima 2023? y ¿De qué manera incide en el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> agregando la ceniza de madera y fibra natural en el presupuesto del pavimento rígido avenida Sol, San Martín Porres, Lima 2023?.

El presente trabajo es teóricamente justificable ya que permite realizar una revisión bibliográfica actualizada de las teorías existentes sobre las propiedades del hormigón y el agregado de ceniza de madera y fibras naturales. Para demostrar la realidad práctica, se estudiará y evaluará una opción tecnológica y ecológica para la utilización de concreto para pavimento rígido, basada en suplemento de ceniza de madera y fibras naturales, recursos disponibles para todos, buscando avances en las características del hormigón, respetando los parámetros mecánicos especificados por las normas vigentes, lo que ayudará a respetar el medio ambiente al reducir la producción de cemento o aditivos importantes. En la justificación de metodología, en base a la recopilación de información y técnicas de ensayo se realizará de acuerdo a la normatividad vigente asegurando los resultados, de esta manera se podrá verificar las propiedades del concreto, combinando ceniza de madera y fibras naturales en el concreto, desarrollando muestras cilíndricas y rectangulares para evaluar sus propiedades a través de pruebas de laboratorio para alcanzar resultados auténticos. Además, en la causa socioeconómica con el uso de

las fibras naturales de pelo de perro obtenidas de diferentes veterinarios desechadas y adicionando una proporción de la ceniza de madera al cemento, resulta una reducción del valor económico del concreto, lo que esto genera un costo menor y poca fabricación, también se busca que sea utilizado como un aditivo que permita aumentar las propiedades mecánicas y físicas, alargando la vida útil de la vía, en la que por múltiples factores el pavimento se deteriora, afecta a los vehículos y se manifiesta en la emisión de gases contaminantes, nocivos para los habitantes de la zona, por lo tanto, debido a este proyecto se busca crear un ambiente con menos contaminantes.

Por esta razón se tiene como objetivo general probar el impacto de la ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> para el diseño del pavimento rígido, avenida Sol, San Martín Porres, Lima 2023 y asimismo, se tiene como objetivos específicos: determinar el impacto de la ceniza de madera y fibra natural en el slump del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, establecer la incidencia que tiene la fibra natural y ceniza de madera en la resistencia a la compresión del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, analizar la incidencia de la ceniza de madera y fibra natural en la resistencia a la flexión del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, analizar la incidencia en el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> adicionando la ceniza de madera y fibra natural a la estructura del pavimento rígido, avenida Sol, San Martín Porres, Lima 2023 y analizar la incidencia en el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> complementando ceniza de madera y fibra natural en el presupuesto del pavimento rígido, avenida Sol, San Martín Porres, Lima 2023.

Y por último se obtuvo como hipótesis general que la ceniza de madera y fibra natural tienen incidencia en las propiedades del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> en el diseño del pavimento rígido, avenida Sol, San Martín Porres, Lima 2023. De la misma manera como hipótesis específicas resulta que la ceniza de madera y fibra natural tienen incidencia en el slump del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, la ceniza de madera y fibra natural tienen incidencia en la resistencia a la compresión del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, la ceniza de madera y fibra natural tienen incidencia en la resistencia a la flexión del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> adicionando la ceniza de madera y fibra natural tiene incidencia en la estructura del pavimento rígido, avenida Sol, San Martín Porres, Lima 2023 y el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> adicionando la ceniza de

madera y fibra natural tiene incidencia en el presupuesto del pavimento rígido, avenida Sol, San Martin Porres, Lima 2023.

## II. MARCO TEÓRICO

En primer lugar, como precedentes nacionales, Suarez (2019) sostuvo demostrar cuánto hay de incidencia en la fibra natural adicionando las plumas en el hormigón  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  de la Av. Chiclayo, Lambayeque. Esta investigación fue experimental y se tuvo una población conformada por 36 probetas tomadas y adicionando la fibra natural en 1%, 2% y 3%, la muestra fue la misma cantidad de probetas. Asimismo, se determinó el asentamiento del concreto agregando la fibra de las plumas obteniendo resultados de 3.4 pulgadas en el concreto patrón, 3.4 pulgadas adicionando 1 % de plumas, 3.5 pulgadas adicionando 2 %de plumas y 3.2 pulgadas adicionando 3 % de pluma. Las probetas fueron evaluadas a los 7, 14 y 28 días obteniendo resultados con adición de 1% de la pluma de 156 kg/cm<sup>2</sup>, 186.68kg/cm<sup>2</sup> y 215.64kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; con inclusión de 2% de la pluma de 150 kg/cm<sup>2</sup>, 182.09 kg/cm<sup>2</sup> y 197.87 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; con adición de 3% de la pluma de 148 kg/cm<sup>2</sup>, 180.18 kg/cm<sup>2</sup> y 196.41 kg/cm<sup>2</sup> correlativamente. Se dedujo que la dosificación optima es de 1% de fibra natural de plumas; Sin embargo, se disminuye la resistencia si se adiciona en mayor cantidad.

Ramos (2023) elaboró un proyecto en ILO que tuvo como meta argumentar la incidencia que provoca la utilización de la ceniza de cascara de maíz y fibra coco en el concreto 280kg/cm<sup>2</sup>. Fue de manera aplicada, cuantitativo, diseño cuasi experimental y nivel explicativo. Se tuvieron 90 probetas y 30 vigas, que tienen agregados de ceniza sola al 2 %, 7 % y 12 % y también se adicionaron fibra de coco al 0.5 % y 0.8 %. Se tomaron pruebas de slump para la muestra patrón y las combinaciones de cascara de maíz y fibra de coco en el diseño mezcla obteniendo como resultado de 5.02", 3.5", 4.3", 3.9", 3.4", 3.5" y 3.8" para las dosificaciones de 2%+0.5%, 2%+0.8%, 7%+0.5%, 7%+0.8%, 12%+0.5% y 12%+0.8% respectivamente. Además, se incorporó de 2 %, 7 % y 12 % de CCM se obtuvo como resultado 4.98", 3.5" y 3.3" respectivamente. Asimismo, las probetas han sido evaluadas en 7, 14 y 28 días mediante el ensayo de compresión obteniendo resultados en el concreto patrón de 208.80, 237.69 y 286.68 (kg/cm<sup>2</sup>), con inclusión de CCM al 2% de 178.04, 206.10 y 257.36 (kg/cm<sup>2</sup>), con adición de CCM al 7% de 197.34, 246.36 y 281.69 (kg/cm<sup>2</sup>), con inclusión de CCM al 12% de 182.11, 222.37

y 260.39 (kg/cm<sup>2</sup>), con adición de CCM al 2% y FC al 0.5% de 192.15, 223.47 y 277.49 (kg/cm<sup>2</sup>), con adición de CCM al 2% y FC al 0.8% de 164.8, 184.07 y 244.25 (kg/cm<sup>2</sup>), con adición de CCM al 7% y FC al 0.5% de 208.31, 244.36 y 321.36 (kg/cm<sup>2</sup>), con adición de CCM al 7% y FC al 0.8% de 193.11, 226.53 y 296.57 (kg/cm<sup>2</sup>), con adición de CCM al 12% y FC al 0.5% de 212.44, 247.24 y 301.73 (kg/cm<sup>2</sup>), con adición de CCM al 12% y FC al 0.8% de 195.37, 244.72 y 290.54 (kg/cm<sup>2</sup>). Asimismo, se tomaron pruebas de flexión para el concreto estándar y las combinaciones de cascara de maíz y fibra de coco en el diseño mezcla obteniendo como resultado de , 30.52, 32.21, 32.41, 35.20, 36.35, 37.97 y 40.59 (kg/cm<sup>2</sup>) para las dosificaciones de 2%+0.5%, 2%+0.8%, 7%+0.5%, 7%+0.8%, 12%+0.5% y 12%+0.8% respectivamente. Además, con la inclusión de 2%, 7% y 12% de ceniza de cascara de maíz se alcanzó las cantidades de 29.35, 31.73 y 33.35 (kg/cm<sup>2</sup>) respectivamente. Por último, el investigador incluye dentro de sus objetivos comprobar el costo beneficio de las adiciones de la ceniza y fibra en el concreto patrón alcanzando como presupuesto favorable de S/348,36 en cada metro cubico para la adición de 12%CCM en comparación del concreto patrón alcanzando S/364.04, las dosificaciones de 2%CCM + 0.5%FC aminora el costo en S/0.58, el 2%CCM + 0.8%FC incrementa el costo en S/0.58, el 7%CCM + 0.5%FC baja el costo en S/7.15, el 7%CCM + 0.8%FC reduce el costo en S/5.98, el 12%CC + 0.5%FC alcanza un ahorro de S/13.72 y el 12%CCM + 0.8%FC alcanza un ahorro de S/12.55. Por lo tanto, se corrobora un ahorro al momento de agregar aditivos de ceniza y fibra natural. Finalmente, se concluye en que la utilización de la ceniza de cascara de maíz y fibra de coco mejoran positivamente la propiedad mecánica del concreto, siendo las muestras de 7% de cascara de maíz con 0.5 por ciento de FC y 12% de cascara de maíz con 0.5 por ciento de FC muestran mejores efectos. Además, las muestra sin fibra de coco obtuvieron menores resistencias que la muestra patrón.

Bautista y Rojas (2022) realizaron una investigación en Huancayo, donde su objetivo principal fue analizar de qué manera incide la ceniza de carrizo en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Usaron un enfoque cuantitativo, con investigación aplicada y al nivel explicativo. Se tuvo 50 muestras cilíndricas y 30 rectangulares con dosificaciones de 5.5%, 6.5%, 7.5% y 8.5% de ceniza de carrizo.

Se realizaron pruebas de consistencia, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y diseño del pavimento rígido. Se optó por analizar la dosificación óptima de 7.5% de CC y hacer un comparativo con el concreto patrón alcanzando los espesores de 21.59cm y 24.38cm respectivamente. Finalmente, se concluyó que, la dosificación óptima fue la inclusión de 7.5% de ceniza de carrizo influyendo elocuentemente a las propiedades físicas y mecánicas.

Asimismo, como antecedentes de otro país se tuvo a Rodríguez y Tibabuzo (2019) realizó una investigación en Colombia que tuvo por objetivo evaluar la ceniza de cascara de arroz como reemplazo del hormigón. El proyecto tuvo una metodología experimental, de tipo aplicada. Se tuvo 45 muestras con complemento de CCA en porcentajes de 0%, 3%, 5%, 10% y 15%. Además, se realizaron pruebas de slump para la muestra patrón y las adiciones de CCA obteniendo como resultado 4", 4", 4", 3.5" y 2" respectivamente. Asimismo, las probetas fueron evaluadas en 7, 14 y 28 días mediante la prueba de compresión, de la cual, se obtuvo resultados de la muestra patrón de 13 Mpa, 15.90 Mpa y 21.50 Mpa, con adición de ceniza al 3% de 8.90 Mpa, 12.90 Mpa y 20.50 Mpa, con complemento de ceniza al 5% de 7.5 Mpa, 13.50 Mpa y 20.80 Mpa, con complemento de ceniza al 10% de 14 Mpa, 17.70 Mpa y 23 Mpa, con complemento de ceniza al 15% de 5.4 Mpa, 11.90 Mpa y 13.70 Mpa. Como conclusión se tiene que para los ensayos de compresión al sustituir la cantidad de 10% en el concreto alcanzan un mayor incremento en el ensayo de compresión de un 10%.

Peña y Pinzon (2021) elaboró un proyecto cuyo objetivo, evaluar si la inclusión de fibra de hoja de piña influye sobre las características del hormigón en Bogotá. Esta investigación fue de método aplicado, nivel explicativo, diseño experimental y enfoque cuantitativo. El presente proyecto tuvo un grupo de probetas conformada evaluadas en 3, 7, 14 y 28 días mediante la prueba de compresión, como procedimiento se adicionó al concreto, FHP en cantidades de 0.5%, 1% y 2%. Como resultados del concreto patrón de 6.04 Mpa, 9.11 Mpa, 16.58 Mpa y 18.03 Mpa, respectivamente, con adición de fibra al 0.5% de 7.40 Mpa, 13.99 Mpa, 17.98 Mpa y 20.77 Mpa, respectivamente, con adición de fibra al 1% de 7.90 Mpa, 18.61 Mpa, 26.99 Mpa y 23.63 Mpa, respectivamente, con adición de fibra al 2% 8.05

Mpa, 13.02 Mpa, 20.79 Mpa y 22.23 Mpa, respectivamente. Asimismo, se realizó pruebas de resistencia a la flexión de la muestra estandar y las dosificaciones antes mencionada de fibra de hoja de piña a los mismos días indicados obteniendo como resultado de 1.2, 2.4, 3.5 y 4.2 (Mpa), correlativamente, con adición de fibra al 0.5% de 2.2 , 2.8, 2.7 y 4.5 (Mpa), respectivamente, con adición de fibra al 1% de 2.5, 3.7, 4 y 5 (Mpa), respectivamente, con adición de fibra al 2% 1.9 Mpa, 3 Mpa, 2.8 Mpa y 5 Mpa, respectivamente. Como conclusión se tiene que para los ensayos de compresión al agregar una cantidad de 1% al concreto alcanzan un mayor incremento en la resistencia y para el ensayo a la flexión obtiene una mejor evolución al agregar mayor porcentaje (2%) de fibra de hoja de piña.

Chen et al. (2020) said in this project, the possibility of simultaneously using the use of recycled materials (RA) called RA fiber reinforced RCFRP (RFRAC) and recycled carbon fiber reinforced polymer fibers (RCFRP) was investigated. The experimental analysis of concrete properties was carried out using different RA replacement values (0, 10, 20 and 30%) and different RCFRP fiber contents (0, 0.5, 1.0 and 1.5%). In total, ten different mixtures were developed to analyze the workability and resistance to compression and bending of the proposed materials. Results for different mixers were obtained for standard 172 mm concrete and with addition of RA of 10%, 20%, and 30% of 168 mm, 160 mm and 153 mm and by adding RCFRP at 0.50%, 1%, and 1.5% of 165 mm, 151 mm, and 132 mm. Compression test results were obtained for standard concrete of 53.63 Mpa and RA with addition of 10%, 20%, and 30% of 53.65 Mpa, 54.92 Mpa, and 50.44 Mpa and by adding RCFRP at 0.50%, 1%, and 1.5% of 54.89 MPa, 49.96 Mpa, and 49.09 Mpa. Flexural strength test results were obtained for standard concrete of 4.46 Mpa and RA with addition of 10%, 20%, and 30% of 4.16 Mpa, 4.16 Mpa, and 3.89 Mpa and by adding RCFRP at 0.50%, 1%, and 1.5% of 4.92 MPa, 5.42 Mpa, and 5.39 Mpa. In conclusion, the inclusion of RCFRP and AR fibers has little effect on the compressive strength of concrete. Furthermore, the inclusion of RCFRP fibers can relatively improve the flexural strength of concrete.

Saedd (2018) said that the goal of the project was to analyze the impact of fibers on the characteristics of concrete. Three varieties of fibers were used such as steel

fiber, monofilament polypropylene and glass fiber. Different proportions of glass fiber and steel fiber were integrated; however, the polypropylene fiber remained uniform in the concrete. Strength tests were performed on cubes (15 × 15 × 15 cm) and prisms (10.1 × 10.1 × 50.8 cm). 18 different combinations were prepared between concrete with a single fiber, two fibers and three fibers. Results obtained from standard concrete 20.30Mpa, G1S1Pa obtains 30.50%, G1S2P1 obtains 29.50Mpa, G2S1P! 25.60 Mpa were obtained and 24.40 Mpa were observed. As a result, the compression and flexural properties increased with the addition of single, double and triple fibers. However, single- and two-fiber concrete mixtures have been shown to be stronger than concrete with the addition of three fibers.

Packianatan and Padmanaban (2023) stated that this project analyzed the effect of mixed fibers on the characteristics of two classes of concrete: high strength (HSC) and lightweight (LWC). Glass fibers (GF) and polypropylene fibers (PPF) are used in variable amounts ranging between 0.2% and 1% with respect to cement. In addition, a mixture of two "GF PPF" fibers is used in proportions of 0.3% and 0.5%, 0.5% and 0.5%, 0.3% and 1% and finally 0.5% and 1 %. The LWC samples were mixed by changing 40% of the crushed stone to pumice. To prepare HSC, the water-cement ratio was reduced to 0.3 and 10% silica powder and 1% superplasticizer were supplemented to improve workability. Flexural and compressive strength were tested. The data showed that the use of 0.7% GF gave the best results in terms of compressive, tensile and flexural strength of the HSC and LWC mixtures. In addition, glass fibers show better properties and results in compression and bending resistance tests compared to polypropylene. The optimal percentage of blended fibers that showed the best results in all concrete properties tested was 0.5% GF and 0.5% PPF.

Acosta et al. (2022) said that the goal of this project was to compare the incidence of natural and synthetic fibers on the properties of concrete in the city of Quito. This research was experimental; 19 mm fibers were used in percentages of 2, 1.5, 1 and 0.5 for breaks of three, seven and twenty-eight days, obtaining values for standard concrete of 265.13 kg/cm<sup>2</sup> and with a complement of 0.5% of 316.11 kg/cm<sup>2</sup>. cm<sup>2</sup> and 275.32 kg/cm<sup>2</sup>; with 1% complement of 285.52 kg/cm<sup>2</sup> and 359.90 kg/cm<sup>2</sup> and

1.5% complement of 282.52 kg/cm<sup>2</sup> and 295.72 kg/cm<sup>2</sup>. It has been determined that supplementing sisal fiber improves compression by 6%, while polypropylene fiber has minimal influence.

Akbar (2022) stated that the project aimed to analyze the benefits of human hair fibers in concrete containing high doses of silica dust. The research was of experimental type, HHF was used with a ratio of 1%, 1.5%, 2%, 3%, 4% and 5%, and silica fume was used as a replacement of cement with a ratio of 5%, 10%, 15%, 20%, 25% and 30%. The mechanical properties of the concrete, such as compressive strength and flexural strength, were analyzed after 28 days of hardening. The experimental method was used to optimize the concrete with human hair fiber and silica fume replacement. The values obtained from the tests show that adding 2% of HHF and 15% of silica powder as a change to the cement relatively improves the strength of the concrete. The results showed that the compressive strength and flexural strength of HHF alter by 14% and 8%, respectively, demonstrating the effect of human hair fibers and silica powder to partially replace the cement.

Gupta et al. (2021) stated that the goal of this study was to determine the fiber complement of jute and paddy rice using explanatory, applied, quantitative and experimental design field methods. This study presents a population formed by 60 specimens for the compression test of concrete slabs for the plastic shrinkage test, with different values of 0.1, 0.2 and 0.3 percent of jute fiber with a length of 13 mm and 5%, 10% and 15% of rice husk. Methods such as the design of mixtures according to ACI 211 standard were used. Techniques such as Excel data collection forms, as well as laboratory tools and equipment were used. The results in compressive strength show an improvement of up to 2.03% achieved at 28 days with the mixture added 0.2% JF and 10% RH in the concrete, compared to higher percentages of 0.3% FY and 15% CA, where low values in compressive strength are presented; on the other hand, cracks due to plastic shrinkage are minimized to 99% when 0.3% fiber is applied with respect to standard concrete.

Entre las fibras naturales, se distinguen dos grupos que son las artificiales originadas por síntesis química en forma de poliéster y las naturales, de origen vegetal o animal. Para América central, la fibra vegetal de Agave fue de particular importancia, ya que este recurso fue cultivado semejante al pasto, llevado a cabo desde Asia arcaica, desde América del Sur, Europa y África (Parson y Darling, 2000). Las fibras derivadas de plantas son compuestos moleculares, siendo el polímero de azúcar más frecuente en el compuesto celular de las plantas. Las fibras de animales son muy diversas, por ejemplo, la seda sea tal vez la fibra animal más aceptada por la finura del hilado, pero la lana también es una fibra que ocupa un lugar particular, especialmente para los residentes de los lugares de baja temperatura (Portillo, Julián y Santana, 2019, p. 10-13).

**Tabla 1.** *Clases de fibras naturales*

	Origen	Procedencia	Ejemplos
Fibras Naturales	Animal	Glandulas sedosas	Seda
		Foliculos pilosos	Pelo
	Vegetal	Semilla	Algodón
		Tallo	Lino, Cañamo, Yute, Caña de azúcar
		Hoja	Sisal
		Fruto	Coco
	Mineral	Fibra de vidrio, fibra de carbono	

Fuente: Martin, 2019, p. 14

El uso de materiales cementosos remota desde hace muchos años, en Egipto se usaba yeso calcinado. Los grecorromanos usaban piedra caliza horneada y luego descubrieron como mezclar arena, piedra triturada o ladrillo, tejas rotas y cal con agua, de la cual fue el inicio del hormigón en la historia. En la antigüedad, hubo un declive en la calidad y en la utilización del cemento donde vemos un adelanto en el entendimiento de los recursos. En los años 1700, John Smeaton recibió el encargo de rehacer un faro en la costa de Inglaterra y el mejor mortero se hizo mezclando

puzolana con piedra caliza que contenía una gran cantidad de arcilla (Neville, 2013, p. 1-2).

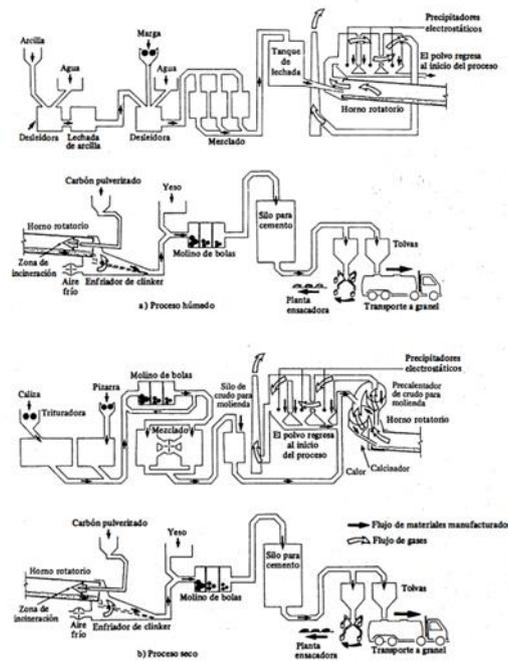


Figura 1. Proceso de la fabricación del cemento: a) Proceso húmedo. b) Proceso seco.

Fuente: Neville (2013)

La ceniza es un resto sólido que se extrae de la cremación de materiales producido en calderas (Millones, Muñoz y Villanueva, 2022, p. 2). Las fibras naturales son materiales filamentosos originarias de animales y plantas, para lograr ser hilados y conseguir hilos o cuerdas, en diferentes formas y necesidades sociales (Villegas y Gonzales, 2013, p. 13).

El hormigón es la combinación de materiales áridos, cementicios y agua, con o sin aditivos (RNE E-060, 2009, p. 14). Además, el concreto se define como el compuesto de aire, agua, agregados y cemento en las cantidades necesarias para lograr las características predeterminadas, como la resistencia. (Abanto, 2009, p. 11). Se define hormigón como un material artificial combinado por una mezcla medida de cemento, áridos, agua y posiblemente insumos, que en primer lugar

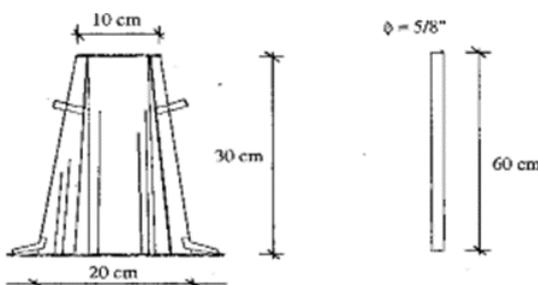
tiene una composición maleable y adquiere una consistencia más firme con resistencia (Huaquisto y Belizario, 2018).

En las características del Hormigón tenemos la trabajabilidad, que se determina a la capacidad de mezclar, compactar y concluir el concreto sin que se produzca segregación o exudación en el desarrollo. Como prueba de ello utilizamos la prueba de asentamiento, que examina cómo se comporta el hormigón fresco. Este estudio fue elaborado por Duft Abrams en los años '21 por el ASTM y verificada a finales de 1978 (Abanto, 2009, p. 48).

**Tabla 2. Niveles de asentamiento del concreto**

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	METODO DE COMPACTACIÓN
Seca	0" a 2"	poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida	>5"	muy trabajable	chuseado

Fuente: Abanto, 2009, p. 49



*Figura 2. Instrumento para ensayo de la trabajabilidad*

Fuente: Abanto, 2009, p. 48

La prueba de la resistencia a la compresión se ha definido como la presión ejercida en la probeta antes de la falla. El concreto se debe alcanzar la última resistencia a la compresión a los 28 días (Abanto, 2009, p. 51). La NTP 339.034, establece que la resistencia a la compresión debe determinarse realizando ensayos en muestras cilíndricas ensayadas en distintos días.

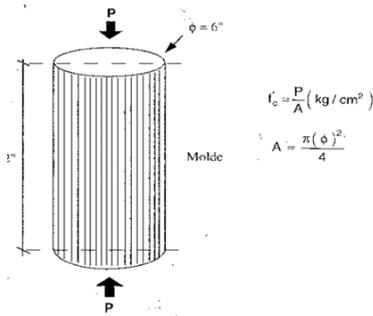


Figura 3. Prueba de resistencia a la compresión

Fuente: Abanto, 2009, p. 51

La prueba de resistencia a la flexión se refiere al peso que se ejerce en los tercios de luz de una viga antes de la falla por flexión (Norma Técnica Peruana 339.078, p. 2).

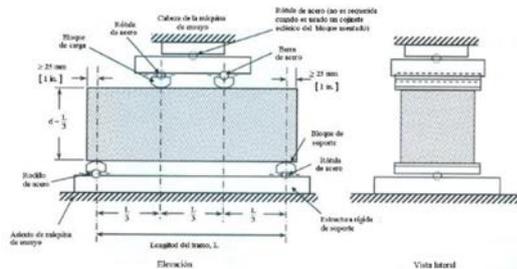


Figura 4. Prueba de resistencia a la flexión

Fuente: NTP 339.078, p. 10

El peso unitario se define como la terminología tradicional usada para determinar la propiedad que es peso por unidad de volumen (NTP 400.017, 2011). El análisis granulométrico determina la gradación de los materiales propuestos para su uso como agregados (Norma Técnica Peruana 400.012, 2001).

El peso específico se define como una propiedad que se utiliza para determinar el volumen que ocupa un agregado en diversas mezclas que lo contienen. (Norma Técnica Peruana 400.021, 2018).

El ensayo de contenido de humedad mide la proporción de agua que tiene la muestra de los agregados (Norma Técnica Peruana 339.185, 2013).

El Pavimento se define como la composición estructural construida sobre la vía, para soportar y repartir las cargas ocasionados por los medios de transporte terrestre e incrementar las garantías de seguridad y tranquilidad para el tránsito

(MEF, 2015, p. 13). Además, se define como una composición estructurada por capas que descansa en toda su superficie durante un periodo denominado y rango de servicio (NORMA TÉCNICA CE 010, p. 32). Pavimento básico se define como una infraestructura conformada por una parte de material granular y otra parte superficial de pavimento, de diferentes materiales y características que desempeñen la función de superficie de rodadura (Manual de inventarios viales-MTC, p. 331, 2014). El pavimento rígido se define como una composición de un segmento de subbase, pudiendo ser una capa estabilizada y un segmento de concreto de cemento hidráulico como aglomerante y/o aditivo (MTC, Manual de carreteras, p. 26, 2014)

Diseño de pavimento se refiere al procedimiento estructural basado en las metodologías AASHTO-93 y PCA. Por la cual se deberá tener consideración de los factores como las cargas que soporta el suelo, estudio de tráfico, vida útil del pavimento y características geométricas (Norma técnica CE 010, p. 20).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

Se ha definido que la investigación aplicada incluye uso de la comprensión en la experiencia, para aplicarlo en beneficio de conjuntos que pertenecen a estos métodos y de la población en general, también del cuerpo de conocimiento que enriquece la disciplina y tiene como meta el entendimiento existente (Vargas, 2009). Esta investigación busca obtener nuevas propuestas de diseño y ahorro económico en la utilización de ceniza de madera y fibra natural en el concreto del pavimento rígido. En la cual, este proyecto es de tipo aplicada; Por lo que, se requiere resolver esta problemática mediante teorías y ensayos de laboratorio cuyos resultados nos permita comprobar las hipótesis que se han indicado.

##### **Enfoque de investigación**

El enfoque cuantitativo se describe como un desarrollo esquematizado y predeterminado a base de un método científico permite recopilar datos continuos, nominales y ordinales de una población (Arias, Holgado, Tafur y Vásquez, 2022, p. 59). El presente proyecto tiene enfoque cuantitativo, ya que busca recolectar datos a través de los ensayos de los laboratorios y de campo para analizar y corroborar con las tendencias que pueda surgir.

##### **3.1.2 Diseño de investigación**

Se define la investigación experimental al manejo del factor independiente y el análisis de la incidencia de un factor dependiente y define un diseño cuasi experimental de la cual se experimenta con un grupo (o más) que asigna a los integrantes a ambos grupos de forma no probabilística (Ramos, 2021). Este proyecto fue de diseño cuasi experimental debido que se operará los factores independientes de ceniza de madera y fibra natural en diferentes porcentajes que permitirá evaluar el impacto que ocasionará sobre la variable dependiente que es en este caso el concreto.

### **El nivel de la investigación:**

Se define como la escala de intensidad en la cual se estudia un acontecimiento. Una investigación explicativa es la encargada de encontrar hechos razonados estableciendo relaciones de causa y efecto (Arias, 2012, p. 23-26). La presente investigación es explicativa por lo que, se busca la causa-efecto que provoca el agregar ceniza de madera y fibra natural sobre el concreto.

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

Es definida como lo que se va controlar, manejar y medir en una investigación. El término de una variable puede ser dada de forma operacional y conceptual (Nuñez, 2007).

Variables independientes : ceniza de madera, fibra natural.

Variables dependientes : diseño del pavimento rígido, concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>.

Operacionalización está organizada por una sucesión de operaciones o instrucciones para elaborar el cálculo de una variable definida (Espinoza, 2019). En este proyecto se busca recopilar una gran cantidad de información de la variable indicada para obtener un sentido del contexto (1er anexo).

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1 Población:**

Se define como el grupo total de los componentes al que se hace referencia (Bernal, 2010, p. 160). La presente investigación tiene de población 60 especímenes de concreto.

#### **3.3.2 Muestra:**

Es una fracción que se escoge de un grupo referido, en lo que se logra conseguir los datos necesarios para el alcance del estudio y por lo que se verificarán mediante las guías de observación de las variables (Bernal, 2010, p. 161). Este proyecto tiene como muestra 60 probetas entre las cuales se tiene 45 probetas cilíndricas y 15 vigas rectangulares.

### **3.3.3 Muestreo:**

Es definida como una forma de elección que no se tiene conocimiento de la posibilidad que tienen de juntarse los elementos de la población (Arias, 2016, p. 85). Esta investigación aplicará el muestreo no probabilístico, puesto que se basará la muestra debido a los ensayos y la normativa.

### **3.3.4 Unidad de análisis:**

Es el individuo que se está explorando en la investigación (Baptista, Fernández y Hernández, 2010, p. 1). En el presente proyecto se tendrá como unidad de análisis a las muestras cilíndricas o recipientes de hormigón.

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

### **Técnicas**

Dícese como el proceso o manera específica de recopilar datos o información (Arias, 2016, p. 67). Este proyecto empleará la técnica de la observación para medir las características o cualidades de objetos de investigación.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Nos permite recopilar información para registrar o almacenar datos (Arias, 2016, p. 68). Este proyecto empleará la guía de observación de campo. (Ver anexo 3)

### **Validez**

Es definida como lo que se forma durante la validación de un instrumento de medida, al compararlo con un criterio de un tercero (Baptista, Fernández y Hernández, 2010, p. 201). De la cual, en este proyecto los instrumentos serán validado por los tres (03) especialistas según el tema que se está realizando sobre el concreto. (4to anexo)

### **Confiabilidad de los instrumentos.**

Se define como la calidad documento para obtener datos concisos durante muchos controles realizados, quiere decir que precisa conocer la eficacia de los resultados alcanzados (Hernández et al., 2010, p. 200). La credibilidad de los documentos de este proyecto será otorgada por los laboratorios que se ingresará la muestra.

### **3.5. Procedimientos:**

En primer lugar, se procedió a la recolección de la fibra natural en este caso fue el pelo de perro, que se encuentra en las veterinarias o centros de baño de mascotas. Para este procedimiento se recolectó 3 kg de pelo de perro, luego se procedió a lavarlo para retirar las impurezas y suciedad impregnadas en ella y, por último, a secarlo a temperatura ambiente por unos 2 días aproximadamente.



*Figura 5. Lavado de la fibra natural*



*Figura 6. Secado de la fibra natural*

Asimismo, se procedió a reciclar diferentes tipos de madera de las carpinterías y madereras que son sobrantes o desechos. Para el procedimiento de la ceniza de madera se recolectó aproximadamente 55 kg de madera y se dejó a secarse a temperatura ambiente por otros 2 días fuera del alcance de la humedad para luego cortar en pequeñas piezas para colocarlo en el horno e incinerarlo a 550 °C, obteniendo 7.45 kg aproximadamente de ceniza y pasando por un análisis granulométrico. De la cual, el tamaño máximo nominal es la malla Nro 30 y módulo de finura 0.49, cumpliendo los indicadores de consistencia.

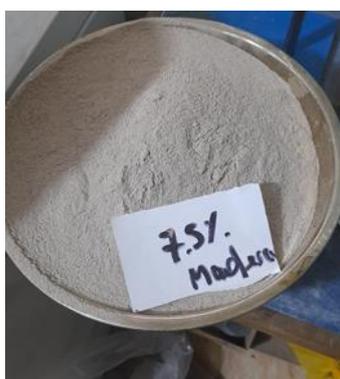
**Tabla 3. Análisis granulométrico de la ceniza de madera**

Análisis granulométrico									
Tamiz	1/2"	3/8"	n 04	n 08	n 16	n 30	n 50	n 100	Fondo
Retenido	0	0	0	0	0	2.8	13.8	32.4	100
Pasa	100	100	100	100	100	97.2	86.2	67.6	0

Fuente: Elaboración propia



*Figura 7. 6.5% de ceniza de madera*



*Figura 8. 7.5% de ceniza de madera*



*Figura 9. 8.5% de ceniza de madera*

Una vez obtenido las variables independientes, se procedió a realizar los estudios y tomas de datos en campo. Se realizó 3 calicatas en diferentes puntos del tramo del proyecto de investigación a una profundidad de 1.50 m, de la cual se extrajo aproximadamente 30 kg de muestra de cada calicata para ser examinadas en el laboratorio para así, obtener la clasificación de suelos y CBR. Asimismo, se realizó el conteo vehicular para calcular el ESAL.



Figura 10. Progresiva  
0+00 (C-1)



Figura 11. Progresiva  
0+250 (C-2)



Figura 12. progresiva  
0+500 (C-3)

**Tabla 4. Análisis granulométrico y clasificación de suelos**

Calicata	Contenido de humedad (%)	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	Clasificación de suelos		
					SUCS	AASHTO	Nombre del Grupo
C-1	4.2	0.5	49.8	49.7	SM	A-4(3)	Arena limosa
C-2	5.2	0.6	51.8	47.6	SM	A-4(3)	Arena limosa
C-3	5.4	0.5	52.5	47	SM	A-4(3)	Arena limosa

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado los trabajos en campo, se continuo con los ensayos en laboratorio, analizando los pesos unitarios, pesos específicos y análisis granulométrico proveniente de la cantera de trapiche.

**Tabla 5. Ensayos físicos de los agregados**

Ensayos físicos de los agregados						
Agregado	Análisis granulométrico	Peso específico (g/cc)	Hum. Natural %	Absorción %	Peso unitario S. (kg/cm <sup>3</sup> )	Peso unitario C. (kg/cm <sup>3</sup> )
Fino	3.04	2.64	3.4	1.3	1454	1689
Grueso	6.64	2.65	0.3	0.6	1304	1470

Fuente: Elaboración propia

Obtenido los resultados, se realizó el diseño de mezcla de la muestra patrón y las 4 combinaciones (adiciones de fibra natural y ceniza de madera).

**Tabla 6.** Diseño de mezcla de muestra patrón y combinaciones

Mezclas	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Cantidad de material por m <sup>3</sup>					
		Materiales					
		Cemento (kg)	Arena (kg)	Piedra chancada (kg)	Agua (lt)	Fibra natural (kg)	Ceniza de madera (kg)
Patrón	280	480	821	781	212	0.00	0.00
M+0.9%FN	280	480	821	781	212	4.32	0.00
M+0.9%FN +6.5%CM	280	480	821	781	212	4.32	31.20
M+0.9%FN +7.5%CM	280	480	821	781	212	4.32	36.01
M+0.9%FN +8.5%CM	280	480	821	781	212	4.32	40.81

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se procedió a realizar las muestras de concreto para los posteriores ensayos de slump, ensayos a compresión a 7, 14 y 28 días y por último ensayos a flexión a los 28 días.



*Figura 13.* Diseño de mezcla



*Figura 14.* Probetas cilíndricas



*Figura 15.* Vigas rectangulares

**Tabla 7.** *Ensayos realizados al concreto patrón 280 kg/cm<sup>2</sup>*

	Ensayo Slump	Ensayo a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )			Ensayo a flexión (kg/cm <sup>2</sup> )
		7 días	14 días	28 días	28 días
Muestras	Pulgadas				
Patrón	4.00	219.40	285.23	357.03	43.67

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, alcanzado la información de los ensayos de laboratorio se continuo a proceder con el diseño de pavimento y presupuesto del concreto.

### **3.6. Método de análisis de datos:**

Se elaboró mediante gráficos y tablas donde se elaborará la respectiva interpretación de toda la información alcanzada en campo. Se utilizó el programa SPSS y Office.

### **3.7. Aspectos éticos:**

Para dar la veracidad, la información se ha recopilado de proyectos, normas, manuales y reglamentos, los cuales han sido citados respetando los derechos de autor. De igual forma, se respetaron la información veraz y concisa alcanzada por el laboratorio, las cuales eran reales y no estaban sujetos a ninguna manipulación. Y conforme a esta investigación se cumplió con pasar por turnitin, cumpliendo con la guía.

## IV. RESULTADOS

### Descripción de la zona de estudio

#### Ubicación política

San Martín de Porres, considerada como distrito perteneciente a la provincia de Lima y departamento Lima.



Figura 16. Mapa político del Perú



Figura 17. Mapa del departamento de Lima.

#### Ubicación del proyecto



Figura 18. Mapa de la provincia de Lima.

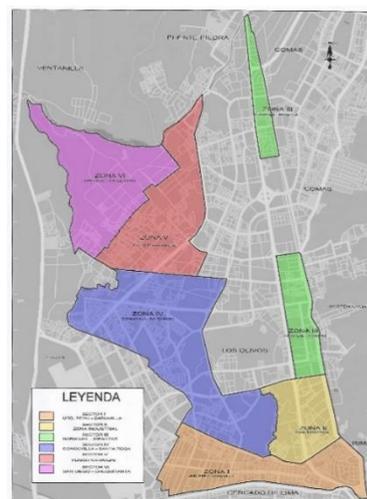


Figura 19. Mapa del distrito de San Martín de Porres.

## Limites

Norte	: Ventanilla
Sur	: Cercado de lima
Este	: Comas
Oeste	: Callao

## Ubicación geográfica

San Martín de Porres es un distrito perteneciente a la provincia de Lima. Colinda al sur con Cercado de Lima, hacia el Este colinda con Comas, hacia el norte colinda con Puente Piedra y hacia el Oeste colinda con el Callao.

## Clima

El lugar cuenta con un clima húmedo y templado.

## Caracterización de la ceniza de madera

**Tabla 8.** *Propiedades físicas de la ceniza de madera*

Muestra	Color	Módulo de finura	Cont. de humedad	Temp. calcinación
Ceniza de madera	Gris	0.49	0.00%	550 °C

**Tabla 9.** *Propiedades químicas de la ceniza de madera*

Composición Química	Unidad	Resultado
Óxido de calcio (CaO)	%	31.35
Dióxido de silicio (SiO <sub>2</sub> )	%	16.14
Trióxido de azufre (SO <sub>3</sub> )	%	9.78
Óxido de magnesio (MgO)	%	1.76
Óxido de manganeso (MnO)	%	0.92
Trióxido de aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%	4.51
Óxido de bario (BaO)	%	2.33
Óxido de zinc (ZnO)	%	1.41
Trióxido de hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%	4.85

## Caracterización de la fibra natural (pelo canino)

**Tabla 10.** *Propiedades físicas de la fibra natural*

Muestra	Color	Tamaño (mm)	Diámetro (um)
Fibra natural	Múltiple	50 - 70	70 - 150

**Tabla 11.** *Composición de la fibra natural*

Composición	Unidad	Resultado
Proteínas	%	26.52
Lípidos	%	2.32
Sales minerales y aminoácidos	%	71.16

**Tabla 12.** *Composición química de la fibra natural*

Composición	Unidad	Resultado
Carbono	%	41.52
Oxígeno	%	32.25
Nitrógeno	%	15.18
Hidrógeno	%	5.67
Azufre	%	5.38

**Objetivo específico 1:** Determinar de qué manera incide la ceniza de madera y fibra natural en el slump del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>.



**Figura 20.** Prueba de Slump.

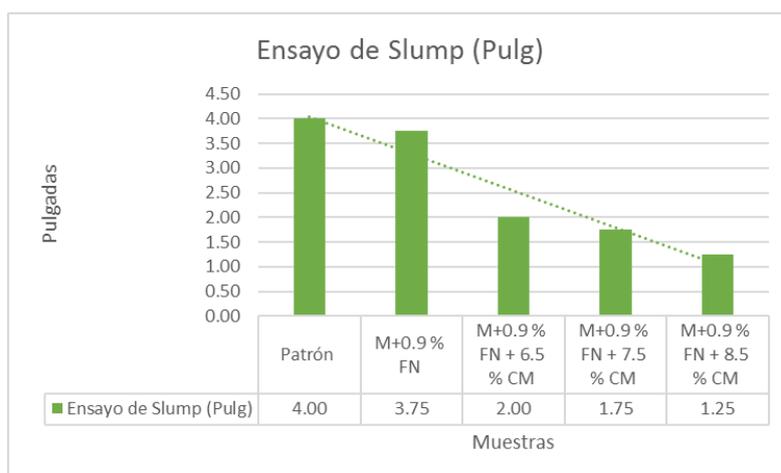


**Figura 21.** Toma de medida de asentamiento.

**Tabla 13. Prueba de Slump**

Ensayo de Slump	
Muestras	(Pulg)
Patrón	4.00
M+0.9 % FN	3.75
M+0.9 % FN + 6.5 % CM	2.00
M+0.9 % FN + 7.5 % CM	1.75
M+0.9 % FN + 8.5 % CM	1.25

Fuente: elaborado por el investigador



**Figura 22. Ensayos del slump.**

De acuerdo a la tabla 13 y figura 22, nos indica que la muestra patrón alcanzó un resultado del slump 4", con la adición 0.9% de fibra natural alcanzó un resultado del slump de 3.75", el concreto patrón con la adición 0.9% de fibra natural y 6.5 % de ceniza de madera obtuvo un resultado del slump de 2.00", con la adición 0.9% de fibra natural y 7.5 % de ceniza de madera obtuvo un resultado del slump de 1.75" y la muestra patrón con la adición 0.9% de fibra natural y 8.5 % de ceniza de madera obtuvo un resultado del slump de 1.25".

### Contrastación de hipótesis del objetivo 1

**Tabla 14. Prueba de normalidad – ensayo de Slump**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Trabajabilidad_Slump	.271	5	.200*	.865	5	.245
Dosificacion_FN_CM	.289	5	.200*	.830	5	.139

Conforme, la tabla 14, en esta investigación el ensayo de slump presenta un valor de 0.245, siendo este mayor a 0.05, De manera que, se cumple con la aceptación de la hipótesis nula, Entonces, se determina que los valores de la variable slump presenta normalidad.

**Tabla 15. Coeficiente de correlación “r” de Pearson – ensayo de Slump**

		Trabajabilidad _Slump	Dosificacion_ FN_CM
Trabajabilidad_Slump	Correlación de Pearson	1	-.998**
	Sig. (bilateral)		.00014
	N	5	5
Dosificacion_FN_CM	Correlación de Pearson	-.998**	1
	Sig. (bilateral)	.00014	
	N	5	5

Según la tabla 15, en esta investigación el ensayo de slump presenta una significancia de 0.00014, este valor es inferior a 0.05, entonces, se cumple con la aceptación de la hipótesis alterna, debido a esto se concluye que el slump está asociada de forma inversa y negativamente alta con la inclusión de fibra natural y ceniza de madera ( $r=-0.998$ ).

**Objetivo específico 2:** Determinar de qué forma incide la ceniza de madera en la resistencia a la compresión del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>.



Figura 23. Prueba de resistencia a la compresión muestra patrón.



Figura 24. Ensayo resistencia a la compresión P+0.9%FN.

Tabla 16. Ensayos a compresión

Resistencia de ensayos a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )			
Muestras	7 días	14 días	28 días
Patrón	219.40	285.23	357.03
M+0.9 % FN	160.00	207.47	260.53
M+0.9 % FN + 6.5 % CM	223.70	287.93	369.77
M+0.9 % FN + 7.5 % CM	184.43	241.70	299.90
M+0.9 % FN + 8.5 % CM	177.37	231.07	287.50

Fuente: elaborado por el investigador

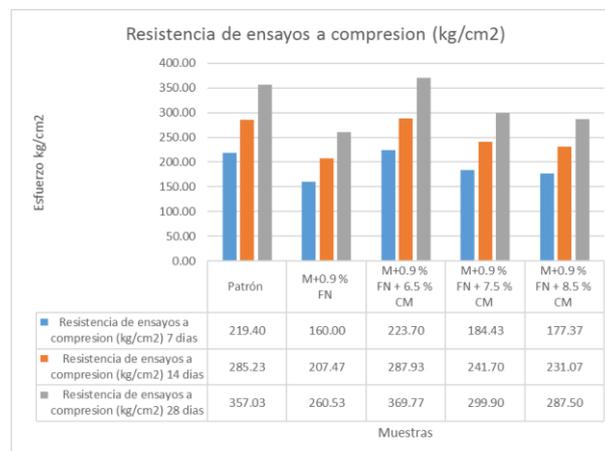


Figura 25. Ensayos a compresión.

Observando la tabla 16 y figura 25, nos indica a la muestra patrón obtuvo un resultado de ensayo a compresión a los 7, 14 y 28 días de 219.40 kg/cm<sup>2</sup>, 285.23 kg/cm<sup>2</sup> y 357.09 respectivamente; la muestra patrón con la inclusión 0.9% de fibra natural obtuvo un resultado de ensayo a compresión a los 7, 14 y 28 días de 160, 207.47 y 260.53 (kg/cm<sup>2</sup>) respectivamente; la muestra patrón con la adición 0.9% de fibra natural y 6.5 % de ceniza de madera obtuvo un resultado de ensayo a compresión a los 7, 14 y 28 días de 223.70, 287.93 y 369.77 (kg/cm<sup>2</sup>) respectivamente; la muestra patrón con la adición 0.9% de fibra natural y 7.5 % de ceniza de madera obtuvo un resultado de ensayo a compresión a los 7, 14 y 28 días de 184.43, 241.70 y 299.90 (kg/cm<sup>2</sup>) respectivamente y el concreto patrón con el complemento 0.9% de fibra natural y 8.5 % de ceniza de madera obtuvo un resultado de ensayo a compresión a los 7, 14 y 28 días de 177.37, 231.07 y 287.50 (kg/cm<sup>2</sup>) respectivamente.

## Contrastación de hipótesis del objetivo 2

**Tabla 17.** Prueba de normalidad – Resistencia a la compresión

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia_Compresión	.226	5	.200*	.917	5	.508
Dosificacion_FN_CM	.289	5	.200*	.830	5	.139

Tabla 17, en esta investigación el ensayo de resistencia a la compresión presenta un valor de 0.508, siendo este mayor a 0.05, entonces, se cumple con la aceptación de la hipótesis nula, debido a esto se determina que los valores de la resistencia a la compresión presentan normalidad.

**Tabla 18.** Coeficiente de correlación “r” de Pearson – Resistencia a la compresión

		R_C	Dosificacion _FN_CM
R_C	Correlación de Pearson	1	-.033
	Sig. (bilateral)		.957
	N	5	5

Dosificación_FN_	Correlación de Pearson	-.033	1
CM	Sig. (bilateral)	.957	
	N	5	5

Según la tabla 18, en este proyecto el ensayo de resistencia a la compresión presenta un valor de 0.957, siendo este mayor a 0.05, entonces, cumple con la aceptación de la hipótesis nula, debido a esto se concluye que la resistencia a la compresión no está vinculada de forma inversa y negativamente baja con la inclusión de fibra natural y ceniza de madera ( $r=-0.033$ ).

**Objetivo específico 3:** Determinar de qué manera incide la ceniza de madera y fibra natural en la resistencia a la flexión del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>.



Figura 26. Ensayo resistencia a la flexión muestra patrón.



Figura 27. Ensayo resistencia a la flexión P+0.9%FN+6.5%CM.

**Tabla 19. Ensayos a flexión**

Resistencia de ensayos a flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	
Muestras	28 días
Patrón	43.67
M+0.9 % FN	35.67
M+0.9 % FN + 6.5 % CM	44.67
M+0.9 % FN + 7.5 % CM	41.33
M+0.9 % FN + 8.5 % CM	37.33

Fuente: elaborado por el investigador.

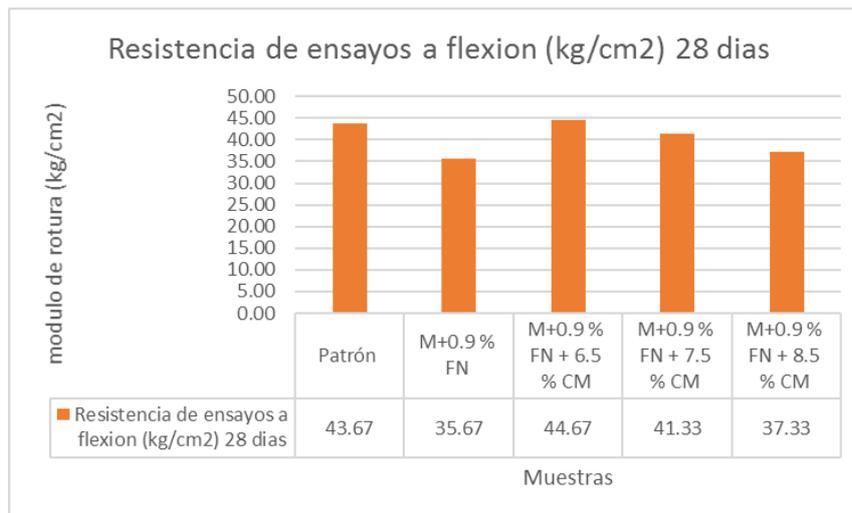


Figura 28. Resistencia de ensayos a flexión.

De acuerdo a la tabla 19 y figura 28, nos indica que la muestra patrón obtuvo como resultado de ensayo a flexión de 43.67 kg/cm<sup>2</sup>, M + 0.9%FN obtuvo un resultado de ensayo a flexión de 35.67 kg/cm<sup>2</sup>, la muestra patrón con la adición 0.9% de fibra natural y 6.5 % de ceniza de madera obtuvo un resultado de ensayo a flexión de 44.67 kg/cm<sup>2</sup>, la muestra patrón con la adición 0.9% de fibra natural y 7.5 % de ceniza de madera obtuvo un resultado de ensayo a flexión de 41.33 kg/cm<sup>2</sup> y con la inclusión 0.9% de fibra natural y 8.5 % de ceniza de madera obtuvo un resultado de ensayo a flexión de 37.33 kg/cm<sup>2</sup>.

### Contrastación de hipótesis del objetivo 3

Tabla 20. Prueba de normalidad – Resistencia a la flexión

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
R_Flexion	.193	5	.200*	.918	5	.514
Dosificacion_FN_CM	.289	5	.200*	.830	5	.139

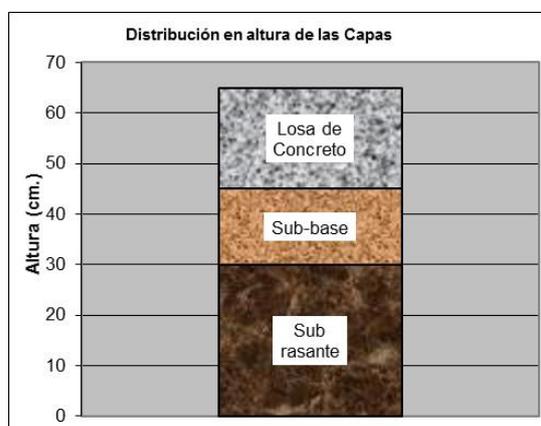
Conforme la tabla 20, en esta investigación el ensayo de resistencia a la flexión presenta un valor de 0.514, siendo este superior a 0.05, entonces, se cumple con la aceptación de la hipótesis nula, debido a esto finalmente las cifras de resistencia a la compresión presentan normalidad.

**Tabla 21.** Coeficiente de correlación “r” de Pearson – Resistencia a la flexión

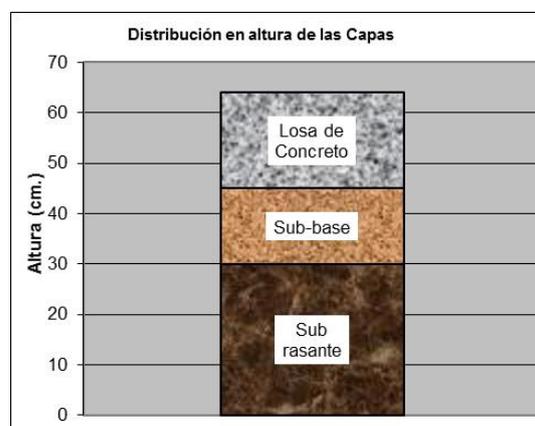
		R_Flexion	Dosificacion_ FN_CM
R_Flexion	Correlación de Pearson	1	.040
	Sig. (bilateral)		.949
	N	5	5
Dosificacion_FN_ CM	Correlación de Pearson	.040	1
	Sig. (bilateral)	.949	
	N	5	5

Conforme a la tabla 21, en este proyecto el ensayo de resistencia a la compresión presenta un valor de 0.949, siendo este superior a 0.05, entonces, se acepta la hipótesis nula, debido a esto se concluye que la resistencia a la flexión no está vinculada de forma directa y positivamente baja a la inclusión de fibra natural y ceniza de madera ( $r = -0.040$ ).

**Objetivo específico 4:** Determinar de qué manera incide en el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> complementando la ceniza de madera y fibra natural en la estructura del pavimento rígido, avenida Sol, San Martín Porres, Lima 2023.



**Figura 29.** Diseño de pavimento rígido estándar. E=200 mm



**Figura 30.** Diseño de pavimento rígido, muestra patrón con adición 0.9% FN y 6.5% CM. E=190 mm

**Tabla 22.** *Espesor del pavimento*

Espesor del pavimento	
Muestras	(cm)
Patrón $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup>	20.00
M+0.9 % FN	22.00
M+0.9 % FN + 6.5 % CM	19.00
M+0.9 % FN + 7.5 % CM	20.00
M+0.9 % FN + 8.5 % CM	21.00

Fuente: Elaborado por el investigador.



**Figura 31.** *Espesor del concreto del pavimento.*

De acuerdo a la tabla 22 y figura 31, nos indica que la muestra patrón obtuvo un resultado del espesor del concreto de 20 cm, la muestra patrón con la inclusión 0.9% de fibra natural obtuvo un resultado del espesor de 22 cm, la muestra patrón con la inclusión 0.9% de fibra natural y 6.5 % de ceniza de madera obtuvo un resultado del espesor de 19 cm, la muestra patrón con la inclusión 0.9% de fibra natural y 7.5 % de ceniza de madera obtuvo un resultado del espesor de 20 cm y la muestra patrón con la inclusión 0.9% de fibra natural y 8.5 % de ceniza de madera obtuvo un resultado del espesor de 21 cm.

#### **Contrastación de hipótesis del objetivo 4**

**Tabla 23. Prueba de normalidad – Espesor del pavimento**

	<b>Pruebas de normalidad</b>					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ESPESOR_PAV	.237	5	.200*	.961	5	.814
DOSIFIACION_FN_CM	.289	5	.200*	.830	5	.139

De acuerdo a la tabla 23, en esta investigación el espesor del concreto del pavimento presenta una significancia de 0.814, siendo este mayor a 0.05, entonces, se acepta la hipótesis nula, debido a esto se determina que los datos de la variable de espesor del concreto del pavimento presentan normalidad.

**Tabla 24. Coeficiente de correlación “r” de Pearson – Espesor de pavimento**

		<b>Correlaciones</b>	
		ESPESOR _PAV	DOSIFICACION _FN_CM
ESPESOR_PAV	Correlación de Pearson	1	-.329
	Sig. (bilateral)		.589
	N	5	5
DOSIFIACION_F N_CM	Correlación de Pearson	-.329	1
	Sig. (bilateral)	.589	
	N	5	5

Según tabla 24, en esta investigación los datos de espesor del concreto del pavimento presentan una significancia de 0.589, siendo este mayor a 0.05, entonces, cumple con la aceptación de la hipótesis nula, debido a esto se determina que la variable del espesor del concreto del pavimento no está vinculada de forma inversa y negativamente baja con el complemento de fibra natural y ceniza de madera ( $r = -0.329$ ).

**Objetivo específico 5:** Determinar la incidencia en el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> complementando la ceniza de madera y fibra natural en el presupuesto del pavimento rígido, avenida Sol, San Martín Porres, Lima 2023.



Figura 32. Presupuesto por tipo de concreto.

Tabla 25. Presupuesto del concreto para 2,250 m2

Costo del concreto en obra	
Muestras	(total)
Patrón f'c=280 kg/cm2	S/. 170,573.40
M+0.9 % FN	S/. 188,700.19
M+0.9 % FN + 6.5 % CM	S/. 163,470.89
M+0.9 % FN + 7.5 % CM	S/. 172,291.07
M+0.9 % FN + 8.5 % CM	S/. 181,132.43

Fuente: Elaborado por el investigador.

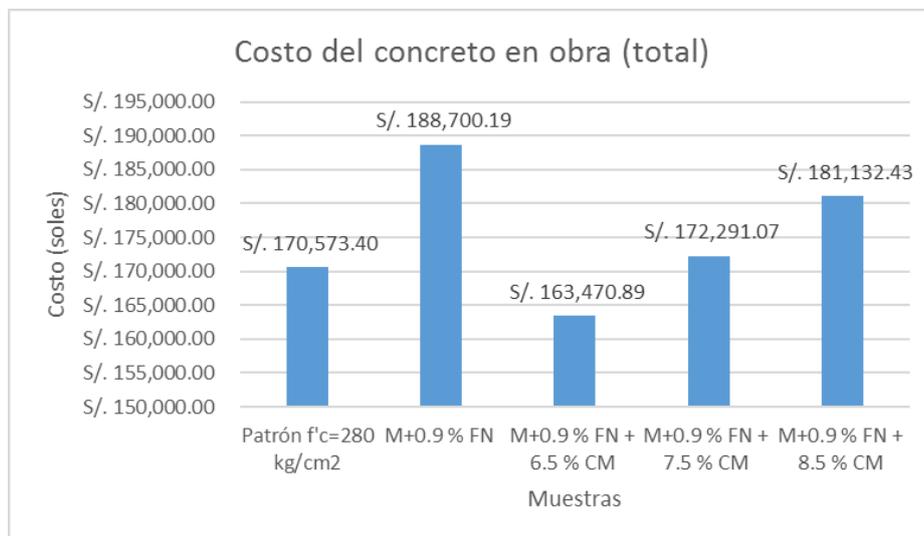


Figura 33. Costo del concreto para 2,250 m2.

Según la tabla 25 y figura 33, nos indica la muestra patrón alcanzó un presupuesto del concreto de S/.170,573.40, M + 0.9%FN alcanzó un presupuesto de

S/.188,700.19, M + 0.9%FN + 6.5 %CM alcanzó un presupuesto de S/.163,470.89, la muestra patrón con la adición 0.9% de fibra natural y 7.5 % de ceniza de madera alcanzó un presupuesto de S/.172,291.07 y la muestra patrón con la adición 0.9% de fibra natural y 8.5 % de ceniza de madera alcanzó un presupuesto de S/.181,132.43.

### Contrastación de hipótesis del objetivo 5

**Tabla 26.** Prueba de normalidad – Costo del concreto para 2,250 m<sup>2</sup>.

Pruebas de normalidad							
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
PRESUPUESTO	.217	5	.200*	.970	5	.872	
DOSIFICACION_ FN_CM	.289	5	.200*	.830	5	.139	

De acuerdo a la tabla 26, en esta investigación el presupuesto del pavimento rígido presenta un valor de 0.872, siendo este superior a 0.05, entonces, se cumple con la aceptación de la hipótesis nula, debido a esto se determina que los datos de la variable de espesor del concreto del pavimento presentan normalidad.

**Tabla 27.** Coeficiente de correlación “r” de Pearson –Costo del concreto para 2,250 m<sup>2</sup>.

		PRESUPU ESTO	DOSIFICACION _FN_CM
PRESUPUESTO	Correlación de Pearson	1	-.253
	Sig. (bilateral)		.681
	N	5	5
DOSIFICACION _FN_CM	Correlación de Pearson	-.253	1
	Sig. (bilateral)	.681	
	N	5	5

Según tabla 27, en esta investigación los datos del presupuesto del pavimento presentan una significancia de 0.681, siendo este mayor a 0.05, no obstante, se cumple con la aceptación de la hipótesis nula, debido a esto se concluye que la variable del espesor del concreto del pavimento no está vinculada de forma inversa y negativamente baja con la inclusión de la fibra natural y ceniza de madera ( $r=-0.253$ ).

## V DISCUSIÓN

Discusión 1: En este proyecto según la tabla 13 y figura 22 de los resultados, respecto a la trabajabilidad se obtuvo una variación mínima al adicionar 0.9% de fibra de natural al concreto patrón siendo este 3.75" respecto al concreto patrón de 4", sin embargo, al adicionar la ceniza de madera en porcentajes de 6.5, 7.5 y 8.5 a la combinación del concreto patrón + 0.9% de FN se obtuvo resultados menores siendo estos de 2", 1.75" y 1.25" respectivamente. De lo cual, a mayor adición disminuye la trabajabilidad. Asimismo, concuerdo con lo manifestado por Suarez (2019) quien tuvo como resultado en su investigación que concluyo que al adicionar 1% de fibra de plumas al concreto patrón siendo este 3.4 pulgadas respecto al concreto patrón de 3.4 pulgadas no tuvo variación, sin embargo, al adicionar 2% de fibra de plumas incrementó el slump en 3.5 pulgadas, pero al adicionar 3% de fibra de plumas disminuyó a 3.2 pulgadas en la trabajabilidad de la mezcla. Así también, concuerdo con Ramos (2023) quien tuvo como resultado en su investigación que al agregar solo CCM en cantidades de 2, 7 y 12 % disminuye el slump en 4.98", 3.5" y 3.3" respecto al concreto patrón siendo este 5.02", además al agregar fibra de coco en cantidades de 0.5% y 0.8% a los porcentajes de la ceniza de madera disminuye la trabajabilidad en una variación mínima siendo estos 3.5", 4.3", 3.9", 3.4", 3.5" y 3.8" por debajo del concreto patrón. De igual manera, concuerdo con Rodriguez y Tibabuzo (2019), quienes tuvieron como resultado en su investigación que la trabajabilidad disminuye según el porcentaje de CCA adicionado al concreto estándar siendo estos valores de 4", 4", 3.5" y 2" para los porcentajes de 3, 5, 10 y 15 con respecto al concreto patrón de 4" de slump. Del mismo modo, coincido con el proyecto de Chen et al. (2020) the result of their research was that the workability decreases according to the percentage of RA added to the standard concrete, with values of 168 mm, 160 mm and 153 mm for the percentages of ten, twelve and thirty with respect to the standard concrete of 172 mm slump, and finally, by adding RCFRP at 0.5%, 1% and 1.5%, values of 165 mm, 151 mm and 132 mm were obtained, decreasing compared to standard concrete.

Discusión 2: En este proyecto según la tabla 16 y figura 25 de los resultados, respecto a la resistencia a la compresión del concreto según los valores obtenidos,

se verificó un incremento de 3.57% al adicionar 0.9% de fibra de natural y 6.5% de CM al concreto patrón siendo este 369.77 kg/cm<sup>2</sup> pero, la muestra patrón fue 357.03 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo, al adicionar la ceniza de madera en porcentajes de 7.5% y 8.5% a la combinación del concreto patrón + 0.9% de FN se obtuvo resultados menores siendo estos de 299.90 y 287.50 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, finalmente adicionando solo 0.9% de fibra natural se obtuvo un resultado de 260.53 kg/cm<sup>2</sup> muy por debajo respecto al concreto patrón. Asimismo, concuerdo con lo manifestado por Suarez (2019) quien tuvo como resultado en su investigación que concluyo que al adicionar 1% de fibra de plumas al concreto patrón siendo este 215.64 kg/cm<sup>2</sup> en comparación del patrón de 214.38 kg/cm<sup>2</sup> tuvo una variación mínima, sin embargo, al adicionar 2% y 3% de fibra de plumas disminuyo la resistencia en 197.87 y 196.41 kg/cm<sup>2</sup>, no alcanzando en respecto al concreto patrón. Así también, concuerdo con Ramos (2023) quien tuvo como resultado en su investigación que las cantidades de CCM al 7% y 12% con incorporación del 0.5% y 0.8% de FC incrementan la resistencia a la compresión en 11.51%, 2.93%, 4.91% y 0.81% en comparación con el concreto estándar siendo este 287.04 kg/cm<sup>2</sup>, asimismo, las cantidades optimas son 7 y 12% de CCM con 0.5% de FC, sin embargo, cantidades de ceniza en porcentaje de 2%, 7% y 9% sin Fibra de Coco se tienen resultados inferiores de la resistencia a la compresión. De igual manera, concuerdo con Rodriguez y Tibabuzo (2019), quienes tuvieron como resultado en su investigación un incremento de 6.97% al sustituir 10% de ccm al concreto patrón siendo este 23 Mpa en comparación con el concreto modelo de 21 Mpa. Sin embargo, al colocar la CCA en cantidades 3%, 5% y 15% se alcanzó resultados de 20.5 Mpa, 20.8 Mpa y 13.70 Mpa respectivamente siendo estos valores menores respecto al concreto patrón. Por otro lado, discrepo con Peña y Pinzón (2021) quien tuvo como resultado en su investigación que al adicionar fibra de hoja de piña en cantidades equivalentes a 0.5%, 1% y 2% incrementan la resistencia a la compresión en 15%, 31% y 23% respectivamente conforme al concreto patrón de 18.03 Mpa. Del mismo modo, coincido con el proyecto de Chen et al. (2020) the conclusion of its investigation was that compressive strength decreases as a function of the percentage of RA added to standard concrete, with values of 53.65 Mpa, 54.92 Mpa and 50.49 Mpa for the percentages of ten, twelve and thirty compared to the standard concrete of 53.63 Mpa and finally, by adding RCFRP at

0.5%, 1% and 1.5%, values of 50.82 Mpa, 49.96 Mpa and 49.09 Mpa were obtained, decreasing compared to standard concrete.

Discusión 3: En esta investigación según la tabla 19 y figura 28 de los resultados, respecto a la resistencia a la flexión según los datos alcanzados, se verificó un incremento de 2.29% al adicionar 0.9% de fibra de natural y 6.5% de ceniza de madera al concreto patrón siendo este 44.67 kg/cm<sup>2</sup> en relación de la muestra patrón de 43.67 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo, al adicionar la ceniza de madera en porcentajes de 7.5% y 8.5% a la combinación del concreto patrón + 0.9% de FN se obtuvo resultados menores siendo estos de 41.33 kg/cm<sup>2</sup> y 37.33 kg/cm<sup>2</sup> correspondientemente, finalmente adicionando solo 0.9% de fibra natural se obtuvo un resultado de 35.67 kg/cm<sup>2</sup> muy por debajo respecto al concreto patrón. Por otro lado, discrepo con Ramos (2023) quien tuvo como resultado en su investigación un declive en la resistencia a la flexión de 3.83% al complementar 2% de ceniza de cascara de maíz al concreto patrón siendo este 29.35 kg/cm<sup>2</sup> en comparación a la muestra patrón de 30.52 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, al adicionar la ceniza de cascara de maíz en porcentajes de 7% y 12% se obtuvo valores de 31.73 y 33.35 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, asimismo al adicionar ceniza de cascara de maíz al 2, 7 y 12% con inclusión del 0.5% y 0.8% de FC incrementan la resistencia a la compresión en 5.53%, 6.19%, 15.33%, 19.75%, 24.41% y 33% en comparación con el patrón siendo estos resultados mayores respecto al concreto patrón. Además, discrepo con Peña y Pinzón (2021) quienes tuvieron como resultado en su investigación que al adicionar fibra de hoja de piña en cantidades equivalentes a 0.5%, 1% y 2% incrementan la resistencia a la flexión en 7.14%, 19% y 19% respectivamente con respecto al concreto patrón de 4.2 Mpa, de la cual, a mayor incremento de fibra de hoja de piña mejora la resistencia a la flexión. Sin embargo, concuerdo con la investigación de Chen et al. (2020) the result of their research was that the flexural strength decreases according to the percentage of RA added to the standard concrete, with values of 4.16 Mpa, 4.16 Mpa and 3.89 Mpa for the percentages of ten, twelve and thirty compared to the standard concrete of 4.46 Mpa and finally, adding RCFRP at 0.5%, 1% and 1.5%, values of 4.92 Mpa, 5.42 Mpa and 5.39 Mpa were obtained, increasing with respect to the standard concrete.

Discusión 4: En esta investigación según la tabla 22 y figura 31 de los resultados, respecto a la determinación del espesor del concreto, se verificó una disminución de 5.00% al adicionar 0.9% de fibra de natural y 6.5% de ceniza de madera al concreto patrón siendo este 19 cm respecto al concreto patrón de 20 cm, sin embargo, al adicionar la ceniza de madera en porcentajes de 7.5% y 8.5% a la combinación del concreto patrón + 0.9% de FN se obtuvo resultados similar al concreto patrón siendo estos de 20 cm y 21 cm por ultimo adicionando solo 0.9% de fibra natural se obtuvo un resultado de espesor de 22 cm muy por encima respecto al concreto patrón. Así también, concuerdo con Bautista y Rojas (2023) quienes tuvieron como resultado que la dosificación optima de 7.5% de CC disminuyo significativamente el espesor en el concreto del pavimento rígido en comparación del concreto patrón alcanzando los espesores de 21.59cm y 24.38cm correlativamente. Por último, se determinó que la dosificación optima de CC repercute las características del hormigón.

Discusión 5: Esta investigación según la tabla 25 y figura 33 de los resultados, respecto a la determinación al presupuesto del concreto, se verificó un ahorro de 4.16% al adicionar 0.9% de fibra de natural y 6.5% de ceniza de madera al concreto patrón siendo este S/.163,470.89 respecto al concreto patrón de S/.170,573.40; sin embargo, al adicionar la ceniza de madera en porcentajes de 7.5% y 8.5% a la combinación del concreto patrón + 0.9% de FN se alcanzaron presupuestos de 1.01% y 6.19% por encima del concreto patrón y por ultimo adicionando solo 0.9% de fibra natural se alcanzó un presupuesto mayor de 10.63% por encima respecto al concreto patrón. Asimismo, concuerdo con Ramos (2023) quien tuvo como resultado en su investigación un ahorro en el presupuesto del concreto del pavimento rígido usando las mezclas optimas de 12%CCM + 0.5%FC y 12%CCM + 0.8%FC alcanzando un ahorro de S/13.72 y S/12.55 respectivamente. Los valores de 2%CCM + 0.5%FC aminora el costo en S/0.58, el 2%CCM + 0.8%FC incrementa el costo en S/0.58, el 7%CCM + 0.5%FC baja el costo en S/7.15, el 7%CCM + 0.8%FC aminora el costo en S/5.98, de manera que, se corrobora cuanto se economiza al momento de agregar aditivos de ceniza y fibra natural.

## VI CONCLUSIONES

Conclusión 1: Se concluye que si solo se agrega 0.9% de fibra natural presenta una disminución mínima en el slump, no obstante, se encuentra en el límite permitido de la NTP (Norma Técnica Peruana) 339.035 entre 3" a 4". Asimismo, al adicionar la ceniza de madera disminuye considerablemente la trabajabilidad siendo esto que a mayor porcentaje de incremento de ceniza de madera el asentamiento reduce conforme al concreto patrón.

Conclusión 2: Se concluye que se refleja una mayor resistencia al adicionar el 0.9% de fibra natural con 6.5% de ceniza de madera logrando una resistencia de 369.77 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo una variación mayor del 3.57% respecto al concreto patrón que fue de 357.03 kg/cm<sup>2</sup>. No obstante, reduce la resistencia a la compresión si se adiciona una mayor dosificación de ceniza de madera.

Conclusión 3: Se concluye que presenta distintos resultados en las resistencias a flexión y se refleja una mayor resistencia al adicionar el 0.9% de fibra natural con 6.5% de ceniza de madera logrando una resistencia de 44.67 kg/cm<sup>2</sup>, obteniendo una variación mayor del 2.29% respecto al muestra patrón que fue de 43.67 kg/cm<sup>2</sup>.

Conclusión 4: Se concluye que se refleja un menor espesor del pavimento al adicionar el 0.9% de fibra natural con 6.5% de ceniza de madera logrando un espesor de 19cm, obteniendo una variación menor del 5% respecto al concreto patrón que fue de 20cm. Sin embargo, aumenta el espesor del pavimento si se adiciona una mayor dosificación de ceniza de madera.

Conclusión 5: Se concluye que se refleja un presupuesto más favorable al adicionar el 0.9% de fibra natural con 6.5% de ceniza de madera alcanzando un costo del concreto de S/.163,470.89, obteniendo una variación menor del 4.16% respecto al concreto patrón que fue de S/.170,573.40. Sin embargo, al adicionar solo fibra natural a la muestra patrón se alcanza un presupuesto de 10.63% por encima del alcanzado en el concreto patrón.

## **VII RECOMENDACIONES**

Recomendación 1: Es recomendable agregar un plastificante a la mezcla debido que, al agregar ceniza o fibra natural disminuye la trabajabilidad del concreto.

Recomendación 2: Es recomendable buscar agregar fibra y ceniza en el concreto con las cantidades exactas de 0.9%+6.5%, debido a que incrementa la resistencia a compresión, pero se puede buscar un límite de dosificación.

Recomendación 3: Se recomienda investigar con diferentes dosificaciones a la de 0.9%FN y 6.5%CM, debido a que los valores obtenidos, mejoró la resistencia a la flexión, es decir que se puede buscar un límite de dosificación.

Recomendación 4: Se recomienda utilizar las dosificaciones óptimas de 0.9%FN y 6.5%CM para alcanzar un menor espesor del pavimento, puesto que, conforme a los valores obtenidos logra mejorar la resistencia a compresión y este repercute directamente en base a la metodología AASHTO.

Recomendación 5: Se recomienda realizar investigaciones con dosificaciones menores de 6.5%CM y 0.9%FN para alcanzar mayor influencia en las propiedades del concreto.

## REFERENCIAS

- ABANTO CASTILLO, F. (2009). Tecnología del concreto (teorías y problemas). <https://www.udocz.com/apuntes/21543/tecnologia-del-concreto-teoria-y-problemas-ing-flavio-abanto-castillo>
- ACOSTA CALDERON, S., GORDILLO SILVA, P., GARCÍA TRONCOSO N., BOMPA, AND FLORES RADA. (2022). Comparative Evaluation of Sisal and Polypropylene Fiber Reinforced Concrete Properties. <https://doi.org/10.3390/fib10040031>
- AKBAR, MUHAMMAD, TARIQ UMAR, ZAHOOR HUSSAIN, HUALI HUALI, AND GUOQIANG GUOQIANG. (2023) Effect of Human Hair Fibers on the Performance of Concrete Incorporating High Dosage of Silica Fume. <https://doi.org/10.3390/app13010124>
- ARIAS FIDIAS, G. (2012) El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica. <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>
- ARIAS FIDIAS, G. (2016) El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica. <https://es.slideshare.net/SheilaGalindez1/elproyectedeinvestigacionfidiasarias7maedic2016pdf-compress>
- ARIAS J., HOLGADO J., TAFUR T., VASQUEZ M. (2022) Metodología de la investigación: El método ARIAS para realizar un proyecto de tesis. <https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/3109>
- BAPTISTA LUCIO, FERNANDEZ COLLADO Y HERNANDEZ SAMPIERI (2010) Metodología de la investigación. <https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
- BAUTISTA LIZ Y ROJAS ROLY (2022) Análisis de la influencia de las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico con ceniza de carrizo en el diseño de pavimento rígido con el método de la Portland Cement Association (PCA) en la Av. Próceres del distrito de Chilca – Huancayo -2021. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/12341>

- BERNAL A. C. (2010) Metodología de la investigación. <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
- BHEEL, N., MANGI, S. A., & LAL, S. (2021). Coconut shell ash as cementitious material in concrete: a review. <https://www.ukm.my/jkukm/wp-content/uploads/2021/3301/03.pdf>
- CHEN XIONG, TIANHAO LAN, QIANGSHENG LI, HAODAO LI, AND WUJIAN LONG. (2020) Study of Mechanical Properties of an Eco-Friendly Concrete Containing Recycled Carbon Fiber Reinforced Polymer and Recycled Aggregate. <https://doi.org/10.3390/ma13204592>
- ESPINOZA FREIRE, E. E. (2019) Las Variables y su Operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S199086442019000400171&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S199086442019000400171&lng=es&tlng=es).
- GUPTA, S. D., ISLAM, T., ISLAM, A., SALAKIN, S., HOSSAIN, I. (2021) Experimental Study of Concrete Using Raw Rice Husk as Partial Replacement of Cement with Natural Fiber (Jute Fiber) as Reinforcing Material. <https://doi.org/10.22115/CEPM.2021.280252.1166>
- GUZMÁN ORTIZ, D. V., HERNÁNDEZ ZARAGOZA, J. B., LÓPEZ LARA, T., HORTA RANGEL, J. M. Y GIRALDO POSADA, D. A. (2021) Uso de agregado de pavimento asfáltico reciclado para un pavimento rígido. Ingeniería, investigación y tecnología. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2021.22.1.005>
- HUAQUISTO CÁCERES, S., BELIZARIO QUISPE, G. (2018) Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. <https://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.366>
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2016) Manual de inventarios viales. [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_8%20IV-2014\\_2015.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_8%20IV-2014_2015.pdf)
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2014) Manual de carreteras sección suelos y pavimentos.

[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_7%20SGGP-2014.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf)

MILLONES CHAPOÑAN, MUÑOZ PEREZ, VILLANUEVA MEZA. (2022) La Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar Como Aditivo Estabilizador en Suelos Arcillosos con Fines de Pavimentación: Una Revisión Literaria. [https://www.researchgate.net/publication/368414198\\_La\\_Ceniza\\_de\\_Bagazo\\_de\\_Cana\\_de\\_Azucar\\_Como\\_Aditivo\\_Estabilizador\\_en\\_Suelos\\_Arcillosos\\_con\\_Fines\\_de\\_Pavimentacion\\_Una\\_Revision\\_Literaria](https://www.researchgate.net/publication/368414198_La_Ceniza_de_Bagazo_de_Cana_de_Azucar_Como_Aditivo_Estabilizador_en_Suelos_Arcillosos_con_Fines_de_Pavimentacion_Una_Revision_Literaria)

MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS (2015) Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimento en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras. [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas\\_Pavimentos.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf)

NEVILLE A. (2013) Tecnología del concreto. <https://www.udocz.com/apuntes/66641/tecnologia-del-concreto-neville>

NORMA TÉCNICA PERUANA 400.017 (2011) AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. <https://es.scribd.com/document/377662745/NORMA-TECNICA-NTP-400-017-docx>

NORMA TÉCNICA PERUANA 400.012 (2001) AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. [https://pdfapple.com/compresspdf.html?queue\\_id=657f7ce042187304588b46a9](https://pdfapple.com/compresspdf.html?queue_id=657f7ce042187304588b46a9)

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.034 (2015) CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. <https://pdfcoffee.com/ntp-339034-metodo-de-ensayo-normalizado-para-la-determinacion-de-la-resistencia-a-la-compresion-del-concreto-en-muestras-cilindricas-2-pdf-free.html>

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.078 (2012) CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. <https://www.udocz.com/apuntes/108486/ntp-339-078-ensayo-de-flexion-pdf>

- NORMA TÉCNICA PERUANA 400.021 (2018) AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. <https://pdfcoffee.com/qdownload/ntp-400021-densidad-y-absorcion-agregado-grueso-convertido-pdf-free.html>
- NORMA TÉCNICA PERUANA 339.185 (2013) AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-autonoma-de-chota/tecnologia-del-concreto/ntp-339185-2013-agregados-met-le-de-agregados-por-secado/45106085>
- NORMA TÉCNICA CE.010 (2019) Pavimentos Urbanos. [https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Pavimentos Urbanos.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Pavimentos_Urbanos.pdf)
- NUÑEZ FLORES, M. (2007) las variables: estructura y función en la hipótesis. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/educa/article/view/4785>
- PACKIANATHAN AMALRAJ, E. F., PADMANABAN ILANGO VAN. (2023) Experimental Behavior of High-Strength Concrete Reinforced with Aramid Fiber and Polyurethane Resin. <https://doi.org/10.3390/buildings13071713>
- PARSONS, J. R., DARLING, J. A. (2000) Maguey (*Agave* spp.) utilization in Mesoamerican civilization: a case for precolumbian Pastoralism. <https://doi.org/10.17129/botsci.1614>
- PEÑA CRUZ, F. A., PINZON ROJAS, J. N. (2021) análisis del comportamiento mecánico del concreto adicionado con fibra de hoja de la planta de piña (oro miel). [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1935&context=ing\\_civil](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1935&context=ing_civil)
- PORTILLO LIBERATO, JULIAN ARCELIA, SANTANA MARIO (2019) Fibras y Pigmentos: Teñido, tejido y diseño. [https://www.researchgate.net/publication/332528985\\_Fibras\\_naturales\\_y\\_pigmentos\\_tenido\\_tejido\\_y\\_diseno](https://www.researchgate.net/publication/332528985_Fibras_naturales_y_pigmentos_tenido_tejido_y_diseno)
- RAMOS ANCCOTA, G. G. (2023) Influencia de la ceniza de cáscara de maíz y fibra de coco en las propiedades físico mecánicas del concreto, Ilo, 2023. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/114709>

- RAMOS GALARZA, C. (2021) Diseño de investigación experimental.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7890336>
- RNE (2019) E-060.  
[https://www.academia.edu/13522822/NORMAS E 060 DE CONCRETO](https://www.academia.edu/13522822/NORMAS_E_060_DE_CONCRETO)
- RODRÍGUEZ SÁNCHEZ, A. M., TIBABUZO JIMÉNEZ, M. J. (2019) Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico. <http://hdl.handle.net/11634/15589>
- SAEED AHMAD, AYUB ELAHI, HAFIZ WAHEED IQBAL, FAIZA MEHMOOD. (2018) Effects of Incorporating Fiber Cocktail on Mechanical Properties of Concrete. [https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2018/62/mateconf\\_iccoee2018\\_06011/mateconf\\_iccoee2018\\_06011.html](https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2018/62/mateconf_iccoee2018_06011/mateconf_iccoee2018_06011.html)
- SUAREZ HUATANGARI, S. Y. (2019) Aplicación de la fibra natural de las plumas en el diseño de mezcla de concreto. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/36499>
- VARGAS CORDERO, Z. R. (2009) La Investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. [https://www.researchgate.net/publication/49588289\\_La\\_Investigacion\\_aplicada\\_Una\\_forma\\_de\\_conocer\\_las\\_realidades\\_con\\_evidencia\\_cientifica](https://www.researchgate.net/publication/49588289_La_Investigacion_aplicada_Una_forma_de_conocer_las_realidades_con_evidencia_cientifica)
- VILLEGAS MARIN, C., GONZALES MONROY, B. (2013) FIBRAS TEXTILES NATURALES SUSTENTABLES Y NUEVOS HÁBITOS DE CONSUMO. <https://www.redalyc.org/pdf/4779/477947372003.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Título: Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> , avenida Sol, San Martín Porres, Lima 2023.					
Autor: Piero Bryann Chauca Hoyos					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Variable Independiente 1 Ceniza de madera	La ceniza es un resto sólido que se extrae de la cremación de materiales producido en calderas (Millones, Muñoz y Villanueva, 2022, p. 2)	La ceniza de madera se mide en dosificaciones de 7.5%, 8.5% y 9.5% con una granulometría que pasa por el tamiz menor a 2 mm y de color gris.	Dosificación	6.5%, 7.5% y 8.5%	Razon
			Granulometría	< 2 mm	Razon
			Color	Gris	Razon
Variable Independiente 2 Fibra natural	Las fibras naturales son materias filamentosas originarias de animales y plantas, que se pueden hilar para obtener hebras, hilos o cordelería; en tejidos, en diferentes formas y forman telas necesarias para la sociedad (Gonzales y Villegas, 2013, p. 13)	La fibra natural se mide en una dosificación de 0.9%	Dosificación	0.9%	Razon
Variable dependiente 1 Concreto f'c=280 kg/cm <sup>2</sup>	El Concreto se define como la mezcla de cemento, agregados (fino y grueso) y agua, incluyendo aditivos o sin aditivos (RNE E-060, 2009, p. 14)	El concreto se mide mediante sus propiedades físicas (ensayo del slump) y mecánicas (ensayo a la compresión y ensayo a la flexión).	Propiedades físicas	Slump (pulg)	Razon
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Razon
				Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Razon
Variable dependiente 2 Diseño del pavimento rígido	El Pavimento se define como la composición estructural construida sobre la vía, para soportar y repartir las cargas ocasionados por los medios de transporte terrestre e incrementar las garantías de seguridad y tranquilidad para el tránsito (MEF, 2015, p. 13)	El diseño del pavimento rígido se mide mediante la estructura del pavimento	Estructura del pavimento	Espesores	Razon
			Presupuesto	Costo	Razon

## Anexo 2. Matriz de consistencia

ANEXO 1: Matriz de consistencia								
Título: Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> , avenida sol, San Martín Porres, Lima 2023.								
Autor: Piero Bryann Chauca Hoyos								
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología	
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>Variable independiente</b> Ceniza de madera	Dosificación	6.5%, 7.5% y 8.5%	Guía de Observación	Tipo de investigación Aplicada  Enfoque de investigación Cuantitativo  El diseño de la investigación Cuasi experimental  El nivel de la investigación: Explicativo  Población: 60 probetas  Muestra: 60 probetas  Muestreo: No probabilístico	
¿Cuál es la influencia de la ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> para el diseño del pavimento rígido, avenida Sol, San Martín Porres, Lima 2023?	Demostrar la influencia de la ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> para el diseño del pavimento rígido, avenida Sol, San Martín Porres, Lima 2023.	La ceniza de madera y fibra natural tienen influencia en las propiedades del concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> para el diseño del pavimento rígido, avenida Sol, San Martín Porres, Lima 2023.	Variable independiente Ceniza de madera	Granulometría	< Tamiz Nro 4	Guía de Observación		
				Color	Gris	Guía de Observación		
				Variable independiente Fibra natural	Dosificación	0.9%		Guía de Observación
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>	Variable dependiente Concreto f' <sub>c</sub> =280 km/cm <sup>2</sup>	Propiedades físicas	Slump (pulg)	Norma ASTM 143-78		
¿Cuál es la influencia de la ceniza de madera y fibra natural en el slump del concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> ?	Determinar el efecto de la ceniza de madera y fibra natural en el slump del concreto 280 kg/cm <sup>2</sup>	La ceniza de madera y fibra natural tienen influencia en el slump del concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> .		Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Norma ASTM C39/NTP 339.034		
¿Cuál es el efecto de la ceniza de madera y fibra natural en la resistencia a la compresión del concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> ?	Determinar la influencia de la ceniza de madera en la resistencia a la compresión del concreto 280 kg/cm <sup>2</sup>	La ceniza de madera y fibra natural tienen influencia en la resistencia a la compresión del concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> .			Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Norma ASTM C78		
¿Cuál es la influencia de la ceniza de madera y fibra natural en la resistencia a la flexión del concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> ?	Determinar la influencia de la ceniza de madera y fibra natural en la resistencia a la flexión del concreto 280 kg/cm <sup>2</sup>	La ceniza de madera y fibra natural tienen influencia en la resistencia a la flexión del concreto 280 kg/cm <sup>2</sup>		Variable dependiente Diseño del pavimento rígido	Estructura del pavimento	Espesores		Diseño Aashto 93
¿De que manera influye en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> adicionando la ceniza de madera y fibra natural en la estructura del pavimento rígido, avenida Sol, San Martín Porres, Lima 2023?	Determinar la influencia en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> adicionando la ceniza de madera y fibra natural en la estructura del pavimento rígido, avenida Sol, San Martín Porres, Lima 2023	El concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> adicionando la ceniza de madera y fibra natural tiene influencia en la estructura del pavimento rígido, avenida Sol, San Martín Porres, Lima 2023			Presupuesto	Costo		Guía de Observación/s10
¿De que manera influye en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> adicionando la ceniza de madera y fibra natural en el presupuesto del pavimento rígido, avenida Sol, San Martín Porres, Lima 2023?	Determinar la influencia en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> adicionando la ceniza de madera y fibra natural en el presupuesto del pavimento rígido, avenida Sol, San Martín Porres, Lima 2023	El concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> adicionando la ceniza de madera y fibra natural tiene influencia en el presupuesto del pavimento rígido, avenida Sol, San Martín Porres, Lima 2023						

### Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

	<b>ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN</b>	Código	
		Revisión	
		Aprobado	
		Fecha	
ASTM C128			

PROYECTO : SOLICITANTE : CÓDIGO : UBICACIÓN : REGISTRO N° : Cantera : Material : N° Muestra :	Muestreado por: Ensayado por: Fecha de ensayo:
--	--

<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS FINOS</b> ASTM C128
--

**A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:**

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de Muestra Seca	gr		
2	Peso de fiola + Agua	gr		
3	Peso de Fiola + Muestra SSS + Agua	gr		
4	Peso de Muestra SSS	gr		
8)	Peso Especifico de la Masa (SSS )	gr/cc		
9)	Peso Especifico de la Masa (OD)	gr/cc		
10)	Peso Especifico de la Masa (Aparente)	gr/cc		
11)	Absorción	%		

**B) PESO ESPECÍFICO:**

PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S	gr/cc	
PESO ESPECÍFICO DE MASA HORNO SECO	gr/cc	
PESO ESPECÍFICO DE MASA APARENTE	gr/cc	

**C) ABSORCIÓN DE AGUA:**

ABSORCIÓN (%)	
---------------	--

**OBSERVACIONES:**

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:	Nombre y firma:

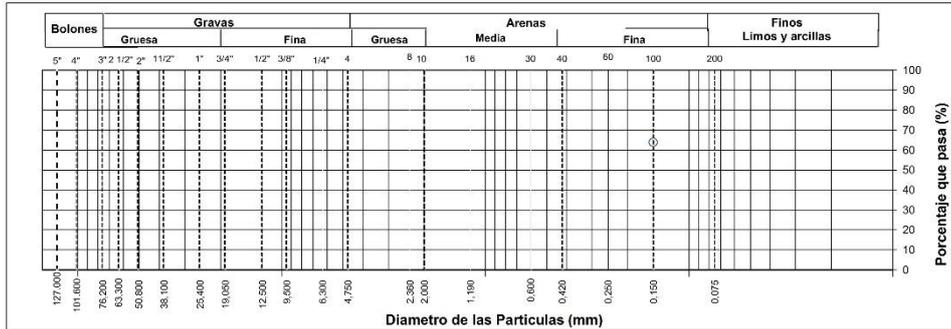
<b>ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>	Código	
	Revisión	
	Aprobado	

ASTM D6913 / MTC E - 204

REFERENCIA	:	
SOLICITANTE	:	
PROYECTO	:	
UBICACIÓN	:	
CALICATA	:	
MUESTRA	:	
COORDENADAS	:	
PROFUNDIDAD	:	<i>Fecha de ensayo:</i>

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
5"	127,000		/	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b>		
4"	101,600				Contenido Humedad (%)	
3"	76,200			<b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b>		
2 1/2"	63,300				Límite Líquido (LL)	
2"	50,800				Límite Plástico (LP)	
1 1/2"	38,100			Índice Plástico (IP)		
1"	25,400			Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
3/4"	19,000			<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>		
1/2"	12,500			Clasificación SUCS (ASTM D2487)		
3/8"	9,500			Clasificación AASHTO (D3282)		
Nº 4	4,750			Nombre del Grupo		
Nº 10	2,000			<b>INDICACIONES:</b>		
Nº 20	0,840					
Nº 40	0,425					
Nº 60	0,250					
Nº 100	0,150					
Nº 200	0,075					

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**

	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:	Nombre y firma:

<b>ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO</b>	Código	
	Revisión	
	Aprobado	
	Fecha	
ASTM C136		

PROYECTO : SOLICITANTE : CÓDIGO : UBICACIÓN : REGISTRO N° : Cantera : Material : N° Muestra :	Muestreado por: Ensayado por: Fecha de ensayo:
--	--

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO FINO  
ASTM C136**

**A) CONDICIONES DE ENSAYO:**

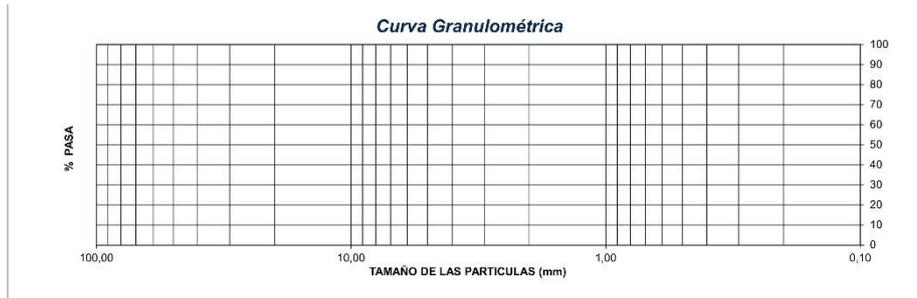
Método de preparación de muestra  
Método de tamizado

**B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:**

Peso inicial húmedo	Contenido de Humedad	%
Peso inicial seco	Tamaño máx. nominal	
	Módulo de finura	

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS	
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa
1/2"					
3/8"					
N° 04					
N° 08					
N° 16					
N° 30					
N° 50					
N° 100					
FONDO					

**C) CURVA GRANULOMÉTRICA:**



	REVISADO POR Nombre y firma:	AUTORIZADO POR Nombre y firma:
--	---------------------------------	-----------------------------------

<b>ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	<b>Código</b>	
	<b>Revisión</b>	
	<b>Aprobado</b>	
	<b>Fecha</b>	

ACI 211

<b>REFERENCIA</b> :	
<b>SOLICITANTE</b> :	
<b>PROYECTO</b> :	
<b>UBICACIÓN</b> :	<b>Fecha de ensayo:</b>

MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I						
AGREGADO FINO						
AGREGADO GRUESO						

<b>MATERIALES:</b>	
<p><b>A) VALORES DE DISEÑO</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 ASENTAMIENTO</li> <li>2 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL</li> <li>3 RELACION AGUA CEMENTO</li> <li>4 AGUA</li> <li>5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %</li> <li>6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO</li> </ol> <p><b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b></p> <p><b>FACTOR CEMENTO</b>  Volumen absoluto del cemento  Volumen absoluto del Agua  Volumen absoluto del Aire</p> <p><b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>  Volumen absoluto del Agregado fino  Volumen absoluto del Agregado grueso  <b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b></p> <p><b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>  CEMENTO  AGUA  AGREGADO FINO  AGREGADO GRUESO</p> <p><b>PESO DE MEZCLA</b></p> <p><b>D) CORRECCION POR HUMEDAD</b>  AGREGADO FINO HUMEDO  AGREGADO GRUESO HUMEDO</p> <p><b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>  AGREGADO FINO  AGREGADO GRUESO</p> <p><b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b></p> <p><b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>  CEMENTO  AGUA  AGREGADO FINO  AGREGADO GRUESO</p> <p><b>G) PESO DE MEZCLA</b>  <b>CANTIDAD DE MATERIALES (28 lt.)</b>  CEMENTO  AGUA  AGREGADO FINO  AGREGADO GRUESO</p> <p><b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>  C  A.F  A.G  H2o</p>	<p><b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>  C  A.F  A.G  H2o</p>

	<b>REVISADO POR</b>	<b>AUTORIZADO POR</b>
	Nombre y firma:	Nombre y firma:

<b>ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR</b>		<b>Código</b>	
		<b>Revisión</b>	
		<b>Aprobado</b>	
		<b>Fecha</b>	

<b>PROYECTO</b> :	
<b>SOLICITANTE</b> :	
<b>CÓDIGO</b> :	
<b>UBICACIÓN</b> :	
<b>REGISTRO N°</b> :	
<b>Procedencia</b> :	
<b>Muestra</b> :	<i>Muestrado por:</i>
<b>Capa</b> :	<i>Ensayado por:</i>
	<i>Fecha de ensayo:</i>

**CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)  
ASTM D1883**

**A) Ensayo preliminar de Compactación:**  
(Ensayo Proctor Modificado ASTM D-1557)

Método: :  
Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>): :  
Óptimo Contenido de Humedad (%): :

**B) Contenido de Humedad:**  
(Ensayo de Contenido de Humedad ASTM D-2216)

Condición de la muestra	<b>INICIO</b>	<b>FIN</b>	<b>INICIO</b>	<b>FIN</b>	<b>INICIO</b>	<b>FIN</b>
Peso de suelo seco (gr.)						
Peso de agua (gr.)						
Humedad (%)						

**C) Compactación de Moldes:**

Molde N°	<b>Molde N° 10</b>	<b>Molde N° 11</b>	<b>Molde N° 12</b>
Número de capas			
Número de golpes			
Condición de la muestra			
Humedad (%)			
Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )			

**D) Cuadro CBR para 0.1 y 0.2 pulgadas de penetración:**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm <sup>2</sup> )	Molde N° 10				Molde N° 11				Molde N° 12			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	CBR %	kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	CBR %	kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025	29	1,5			16	0,8			9	0,4			
0.050	118	6,0			65	3,3			35	1,8			
0.075	207	10,5			114	5,8			63	3,2			
0.100	260	13,2			144	7,3			79	4,0			
0.150	386	19,6			215	10,9			117	5,9			
0.200	530	26,9			296	15,0			158	8,0			
0.300	780	39,6			437	22,2			238	12,1			
0.400	1050	53,3			587	29,8			319	16,2			
0.500	1366	69,4			759	38,6			414	21,0			

**E) Proceso de expansión o hinchamiento :**

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**NOTAS DEL ENSAYO**

**OBSERVACIONES:**

	<b>REVISADO POR</b>	<b>AUTORIZADO POR</b>
	Nombre y firma:	Nombre y firma:

	<b>ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO</b>	Código	
		Revisión	
		Aprobado	
		Fecha	

**PROYECTO :**  
**SOLICITANTE :**  
**CÓDIGO :**  
**UBICACIÓN :**  
**REGISTRO N° :**

**Procedencia :** **Muestrado por:**  
**Muestra :** **Ensayado por:**  
**Capa :** **Fecha de ensayo:**

**(Ensayo de compactación - Proctor Modificado)**

Método de Ensayo Tamiz límite Método de preparación Tipo de apisonador Volumen Molde Peso Molde
--

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Densidad Húmeda	gr/cm <sup>3</sup>					
Contenido de agua	%					
Densidad Seca	gr/cm <sup>3</sup>					

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	<i>gr/cm<sup>3</sup>.</i>	<b>Contenido Humedad Optima:</b>
------------------------------	---------------------------	----------------------------------



**OBSERVACIONES:**

	<b>REVISADO POR</b> Nombre y firma:	<b>AUTORIZADO POR</b> Nombre y firma:

<b>ENSAYO</b> <b>PESO UNITARIO PARA AGREGADOS</b>		Código	
		Revisión	
		Aprobado	
		Fecha	
<i>ASTM C29</i>			

PROYECTO :	
SOLICITANTE :	
CÓDIGO :	
UBICACIÓN :	
REGISTRO N° :	
Cantera :	Muestreado por:
Material :	Ensayado por:
N° Muestra :	Fecha de ensayo:

<b>PESO UNITARIO PARA AGREGADOS</b> <b>ASTM C29</b>
--

**A) PESO UNITARIO COMPACTADO:**

*Método utilizado*

*Recipiente utilizado*

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3
----------	--	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg			
2	Peso del Recipiente	kg			
3	Peso de la Muestra	kg			
4	Volumen del Molde	m <sup>3</sup>			
5	Peso Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup>			

<b>PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	
--	--

**B) PESO UNITARIO SUELTO:**

*Método utilizado*

*Recipiente utilizado*

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3
----------	--	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg			
2	Peso del Recipiente	kg			
3	Peso de la Muestra	kg			
4	Volumen del Molde	cm <sup>3</sup>			
5	Peso Unitario Compactado				

<b>PESO UNITARIO SUELTO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	
--	--

**OBSERVACIONES:**

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:	REVISADO POR Nombre y firma:	AUTORIZADO POR Nombre y firma:



	<b>FORMATO</b>	Código	
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	Versión	
		Fecha	
		Página	

PROYECTO

REGISTRO N°:

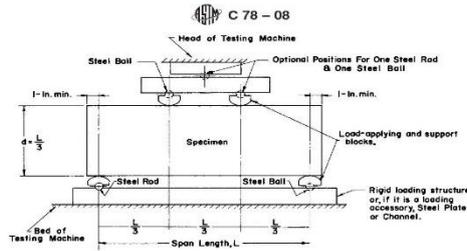
SOLICITANTE  
 CÓDIGO DE PROYECTO :  
 UBICACIÓN DE PROYECTO :  
 FECHA DE EMISIÓN :

REALIZADO POR :  
 REVISADO POR :  
 FECHA DE ENSAYO :  
 TURNO :

Tipo de muestra :  
 Presentación :  
 Fc de diseño :

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	FUERZA MÁXIMA (Kg)	MODULO DE ROTURA



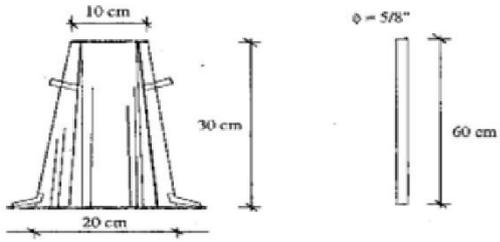
OBSERVACIONES:

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:	REVISADO POR Nombre y firma:	AUTORIZADO POR Nombre y firma:

	<b>Método de prueba estándar para el asentamiento del hormigón de cemento hidráulico</b>	Código	
		Revisión	
		Aprobado	

ASTM C143

REFERENCIA :	
SOLICITANTE :	
TESIS :	
UBICACIÓN :	<i>Fecha de emisión:</i>
Cantera :	<i>Muestreado por:</i>
Material :	<i>Ensayado por:</i>
N° Muestra :	<i>Fecha de ensayo:</i>



DISEÑO	ASENTAMIENTO DE DISEÑO	ASENTAMIENTO DE CAMPO (pulg)	ASENTAMIENTO EN CAMPO (cm)

OBSERVACIONES:

	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
	Nombre y firma:	Nombre y firma:



## Anexo 4. Validez

### Evaluación por juicio de expertos

Respetado experto: Ing. CESAR KARLO MADRID SALDAÑA

Usted ha sido seleccionado para evaluar los instrumentos: **Formatos para recojo de información de los ensayos de laboratorio de la tesis "Diseño del pavimento rígido adicionando fibra natural y ceniza de madera en el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, Avenida sol, San Martín Porres, Lima 2023"**.

La validación de los instrumentos es de gran relevancia para que la información que se recoja a través de ellos, tenga un rigor científico y sean utilizados eficientemente, aportando de esta manera a la calidad de las obras con concreto, por ello se debe someter a la evaluación de juicio de expertos para su respectiva validación. Agradezco su valiosa colaboración.

#### 1. Datos generales del experto

Nombre del experto	CESAR KARLO MADRID SALDAÑA	
Grado profesional	Maestría ( <input checked="" type="checkbox"/> )	Doctor ( <input type="checkbox"/> )
Mención de la Maestría/Doctorado	GERENCIA DE PROYECTOS EN INGENIERIA	
Experiencia laboral general	10 años ( <input type="checkbox"/> )	Más de 10 años ( <input checked="" type="checkbox"/> )
Experiencia profesional en pavimentos y/o similar	05 años ( <input type="checkbox"/> )	Más de 05 años ( <input checked="" type="checkbox"/> )

#### 2. Propósito de la evaluación

Validar los formatos como instrumentos, por juicio de expertos.

#### 3. Datos de la escala

Formatos:	Formatos para recojo de información de los ensayos de laboratorio de la tesis Diseño del pavimento rígido adicionando fibra natural y ceniza de madera en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> , Avenida sol, San Martín Porres, Lima 2023
Autor :	Piero Bryann Chauca Hoyos (2023)
Procedencia:	Lima
Administración:	Aplicación en formato físico
Tiempo de aplicación:	15 minutos

#### 4. Soporte teórico

Variable	Dimensiones		Definición
Ceniza de Madera	Dosificación		La ceniza es un resto sólido que se extrae de la cremación de materiales producido en calderas (Millones, Muñoz y Villanueva, 2022, p. 2)
	Granulometría		
	Color		
Fibra Natural	Dosificación		Las fibras naturales son materias filamentosas originarias de animales y plantas, que se pueden hilar para obtener hebras, hilos o cordelería; en tejidos, en diferentes formas y forman telas necesarias para la sociedad (Gonzales y Villegas, 2013, p. 13)
Concreto $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup>	Propiedades físicas	Slump	El Concreto se define como la mezcla de cemento, agregados (fino y grueso) y agua, incluyendo aditivos o sin aditivos (RNE E-060, 2009, p. 14)
	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión	
Diseño de pavimento rígido	Estructura del pavimento	Espesores	El Pavimento se define como la composición estructural construida sobre la vía, para soportar y repartir las cargas ocasionados por los medios de transporte terrestre e incrementar las garantías de seguridad y tranquilidad para el tránsito (MEF, 2015, p. 13)
	Presupuesto	Costo	

#### 5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el **Cuestionario para valorar los formatos en los cuales se recopilará información relevante de los ensayos de laboratorio para la tesis en cuestión** elaborado por **Piero Bryann Chauca Hoyos** en el año **2023** de acuerdo con los siguientes indicadores le solicito que califique cada uno de los ítems según corresponda.

Criterio	Valoración	Indicador
<b>CLARIDAD</b> El formato se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El Formato no es claro.
	2. Bajo Nivel	El formato debe ser sustituido
	3. Moderado nivel	El formato es relativamente claro
	4. Alto nivel	El formato es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
<b>COHERENCIA</b> El formato tiene relación lógica con la	1. No cumple con el criterio	El formato no es adecuado para la dimensión
	2. Bajo Nivel	El formato tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.

dimensión o indicador que está midiendo.	3. Moderado nivel	El formato tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Alto nivel	El formato es el adecuado y está relacionado con la dimensión.
<p align="center"><b>RELEVANCIA</b></p> El formato es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El formato puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El formato tiene alguna relevancia, pero otro formato puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El Formato es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El formato es muy relevante y debe ser incluido.

### FORMATO DE VALIDACIÓN

Estimado Juez: leer y analizar con detenimiento los formatos y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente.

Formatos	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Formato para ensayo de relación de soporte de calificación CBR – ASTM D1883	4	4	4	
Formato de ensayo de resistencia a la compresión ASTM C39 – NTP 339.034	4	4	4	
Formato para ensayo de compactación – Proctor Modificado	4	4	4	
Formato para ensayo de asentamiento – ASTM C143	4	4	4	
Formato para ensayo de peso unitario de agregados - ASTM C29	4	4	4	
Formato para ensayo de peso específico y absorción - ASTM C128	4	4	4	
Formato de ensayo de resistencia a la flexión - ASTM C78	4	4	4	
Formato para ensayo de análisis granulométrico por tamizado – ASTM D6913/MTC E – 204	4	4	4	
Formato para ensayo de diseño de mezcla – ACI 2011	4	4	4	
Formato para ensayo de análisis granulométrico de agregado fino – ASTM C136	4	4	4	
Formato para estudio de tráfico	4	4	4	

Observaciones : \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [  ]      Aplicable después de corregir [  ]      No aplicable [  ]

Apellidos y nombres del juez evaluador: CESAR KARLO MADRID SALDAÑA

Especialidad del evaluador: INGENIERO CIVIL Y MAESTRO EN GERENCIA DE PROYECTOS DE INGENIERIA

21 de diciembre de 2023



CESAR KARLO MADRID SALDAÑA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 86609

Firma del validador

DNI : 41607060

No CIP : 86609

## Evaluación por juicio de expertos

Respetado experto: Ing. ENITH CONSUELO FERNANDEZ REINA

Usted há sido seleccionado para evaluar los instrumentos: **Formatos para recojo de información de los ensayos de laboratorio de la tesis "Diseño del pavimento rígido adicionando fibra natural y ceniza de madera en el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, Avenida sol, San Martín Porres, Lima 2023"**.

La validación de los instrumentos es de gran relevancia para que la información que se recoja a través de ellos, tenga un rigor científico y sean utilizados eficientemente, aportando de esta manera a la calidad de las obras con concreto, por ello se debe someter a la evaluación de juicio de expertos para su respectiva validación. Agradezco su valiosa colaboración.

### 1. Datos generales del experto

Nombre del experto	ENITH CONSUELO FERNANDEZ REINA	
Grado profesional	Maestría ( )	Doctor (X)
Mención de la Maestría/Doctorado	GESTION PÚBLICA Y GOBERNABILIDAD	
Experiencia laboral general	10 años ( )	Más de 10 años (X)
Experiencia profesional en pavimentos y/o similar	Menor o igual a 05 años (X)	Más de 05 años ( )

### 2. Propósito de la evaluación

Validar los formatos como instrumentos, por juicio de expertos.

### 3. Datos de la escala

Formatos:	Formatos para recojo de información de los ensayos de laboratorio de la tesis Diseño del pavimento rígido adicionando fibra natural y ceniza de madera en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> , Avenida sol, San Martín Porres, Lima 2023
Autor :	Piero Bryann Chauca Hoyos (2023)
Procedencia:	Lima
Administración:	Aplicación en formato físico
Tiempo de aplicación:	15 minutos

#### 4. Soporte teórico

Variable	Dimensiones		Definición
Ceniza de Madera	Dosificación		La ceniza es un resto sólido que se extrae de la cremación de materiales producido en calderas (Millones, Muñoz y Villanueva, 2022, p. 2)
	Granulometría		
	Color		
Fibra Natural	Dosificación		Las fibras naturales son materias filamentosas originarias de animales y plantas, que se pueden hilar para obtener hebras, hilos o cordelería; en tejidos, en diferentes formas y forman telas necesarias para la sociedad (Gonzales y Villegas, 2013, p. 13)
Concreto $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup>	Propiedades físicas	Slump	El Concreto se define como la mezcla de cemento, agregados (fino y grueso) y agua, incluyendo aditivos o sin aditivos (RNE E-060, 2009, p. 14)
	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	
		Resistencia a la flexión	
Diseño de pavimento rígido	Estructura del pavimento	Espesores	El Pavimento se define como la composición estructural construida sobre la vía, para soportar y repartir las cargas ocasionados por los medios de transporte terrestre e incrementar las garantías de seguridad y tranquilidad para el tránsito (MEF, 2015, p. 13)
	Presupuesto	Costo	

#### 5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el *Cuestionario para valorar los formatos en los cuales se recopilará información relevante de los ensayos de laboratorio para la tesis en cuestión* elaborado por *Piero Bryann Chauca Hoyos* en el año 2023 de acuerdo con los siguientes indicadores le solicito que califique cada uno de los ítems según corresponda.

Criterio	Valoración	Indicador
<b>CLARIDAD</b> El formato se comprende fácilmente, es decir, su sintácticas y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El Formato no es claro.
	2. Bajo Nivel	El formato debe ser sustituido
	3. Moderado nivel	El formato es relativamente claro
	4. Alto nivel	El formato es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
<b>COHERENCIA</b> El formato tiene relación lógica con la	1. No cumple con el criterio	El formato no es adecuado para la dimensión
	2. Bajo Nivel	El formato tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.

dimensión o indicador que está midiendo.	3. Moderado nivel	El formato tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Alto nivel	El formato es el adecuado y está relacionado con la dimensión.
<b>RELEVANCIA</b> El formato es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El formato puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El formato tiene alguna relevancia, pero otro formato puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El Formato es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El formato es muy relevante y debe ser incluido.

8

AGENCIADO CIVIL  
Resolución 4311 del 2011

**FORMATO DE VALIDACIÓN**

Estimado Juez: leer y analizar con detenimiento los formatos y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente.

Formatos	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Formato para ensayo de relación de soporte de californía CBR – ASTM D1883	4	4	4	
Formato de ensayo de resistencia a la compresión ASTM C39 – NTP 339.034	3	4	4	
Formato para ensayo de compactación – Proctor Modificado	4	4	4	
Formato para ensayo de asentamiento – ASTM C143	4	4	4	
Formato para ensayo de peso unitario de agregados - ASTM C29	4	4	4	
Formato para ensayo de peso específico y absorción - ASTM C128	3	4	4	
Formato de ensayo de resistencia a la flexión - ASTM C78	4	4	4	
Formato para ensayo de análisis granulométrico por tamizado – ASTM D6913/MTC E – 204	4	4	4	
Formato para ensayo de diseño de mezcla – ACI 211	3	4	4	
Formato para ensayo de análisis granulométrico de agregado fino – ASTM C136	4	4	4	
Formato para estudio de tráfico	4	4	4	

Observaciones : .....

Opinión de aplicabilidad: Aplicable  Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez evaluador: FERNANDEZ REIDA ENITH CONSUELO

Especialidad del evaluador: INGENIERIA CIVIL – DOCTORADO EN GESTION

PUBLICA Y GOBERNABILIDAD

...30... de 12... 2023



Firma y sello del validador

DNI : 07716647

No CIP : 52771



ENITH CONSUELO FERNANDEZ REINA  
INGENIERO CIVIL  
Registro del CIP. N° 52771

## Evaluación por juicio de expertos

Respetado experto: Ing. Julio Cesar Quiroz Ayasta

Usted ha sido seleccionado para evaluar los instrumentos: Formatos para recojo de información de los ensayos de laboratorio de la tesis "Diseño del pavimento rígido adicionando fibra natural y ceniza de madera en el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, Avenida sol, San Martín Porres, Lima 2023".

La validación de los instrumentos es de gran relevancia para que la información que se recoja a través de ellos, tenga un rigor científico y sean utilizados eficientemente, aportando de esta manera a la calidad de las obras con concreto, por ello se debe someter a la evaluación de juicio de expertos para su respectiva validación. Agradezco su valiosa colaboración.

### 1. Datos generales del experto

Nombre del experto	Julio Cesar Quiroz Ayasta	
Grado profesional	Maestría <input checked="" type="checkbox"/>	Doctor <input type="checkbox"/>
Mención de la Maestría/Doctorado	Gerencia de Obras y Construcción	
Experiencia laboral general	10 años <input type="checkbox"/>	Más de 10 años <input checked="" type="checkbox"/>
Experiencia profesional en pavimentos y/o similar	Menor o igual a 05 años <input type="checkbox"/>	Más de 05 años <input checked="" type="checkbox"/>

### 2. Propósito de la evaluación

Validar los formatos como instrumentos, por juicio de expertos.

### 3. Datos de la escala

Formatos:	Formatos para recojo de información de los ensayos de laboratorio de la tesis Diseño del pavimento rígido adicionando fibra natural y ceniza de madera en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> , Avenida sol, San Martín Porres, Lima 2023
Autor:	Piero Bryann Chauca Hoyos (2023)
Procedencia:	Lima
Administración:	Aplicación en formato físico
Tiempo de aplicación:	15 minutos

#### 4. Soporte teórico

Variable	Dimensiones		Definición
Ceniza de Madera	Dosificación		La ceniza es un resto sólido que se extrae de la cremación de materiales producido en calderas (Millones, Muñoz y Villanueva, 2022, p. 2)
	Granulometría		
	Color		
Fibra Natural	Dosificación		Las fibras naturales son materias filamentosas originarias de animales y plantas, que se pueden hilar para obtener hebras, hilos o cordelería; en tejidos, en diferentes formas y forman telas necesarias para la sociedad (Gonzales y Villegas, 2013, p. 13)
Concreto $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup>	Propiedades físicas	Slump	El Concreto se define como la mezcla de cemento, agregados (fino y grueso) y agua, incluyendo aditivos o sin aditivos (RNE E-080, 2009, p. 14)
	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión	
Diseño de pavimento rígido	Estructura del pavimento	Espesores	El Pavimento se define como la composición estructural construida sobre la vía, para soportar y repartir las cargas ocasionados por los medios de transporte terrestre e incrementar las garantías de seguridad y tranquilidad para el tránsito (MEF, 2015, p. 13)
	Presupuesto	Costo	

#### 5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el *Cuestionario para valorar los formatos en los cuales se recopilará información relevante de los ensayos de laboratorio para la tesis en cuestión* elaborado por *Piero Bryann Chauca Hoyos* en el año 2023 de acuerdo con los siguientes indicadores le solicito que califique cada uno de los ítems según corresponda.

Criterio	Valoración	Indicador
<b>CLARIDAD</b> El formato se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El Formato no es claro.
	2. Bajo Nivel	El formato debe ser sustituido
	3. Moderado nivel	El formato es relativamente claro
	4. Alto nivel	El formato es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
<b>COHERENCIA</b> El formato tiene relación lógica con la	1. No cumple con el criterio	El formato no es adecuado para la dimensión
	2. Bajo Nivel	El formato tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.

dimensión o indicador que está midiendo.	3. Moderado nivel	El formato tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Alto nivel	El formato es el adecuado y está relacionado con la dimensión.
<b>RELEVANCIA</b> El formato es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El formato puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El formato tiene alguna relevancia, pero otro formato puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El Formato es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El formato es muy relevante y debe ser incluido.

**FORMATO DE VALIDACIÓN**

Estimado Juez: leer y analizar con detenimiento los formatos y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente.

Formatos	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Formato para ensayo de relación de soporte de californía CBR – ASTM D1833	4	4	4	
Formato de ensayo de resistencia a la compresión ASTM C39 – NTP 339.034	4	4	4	
Formato para ensayo de compactación – Proctor Modificado	4	4	4	
Formato para ensayo de asentamiento – ASTM C143	4	4	4	
Formato para ensayo de peso unitario de agregados - ASTM C29	4	4	4	
Formato para ensayo de peso específico y absorción - ASTM C128	4	4	4	
Formato de ensayo de resistencia a la flexión - ASTM C78	4	4	4	
Formato para ensayo de análisis granulométrico por tamizado – ASTM D6913/MTC E – 204	4	4	4	
Formato para ensayo de diseño de mezcla – ACI 2011	4	4	4	
Formato para ensayo de análisis granulométrico de agregado fino – ASTM C136	4	4	4	
Formato para estudio de tráfico	4	4	4	

Observaciones : \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad: Aplicable     Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

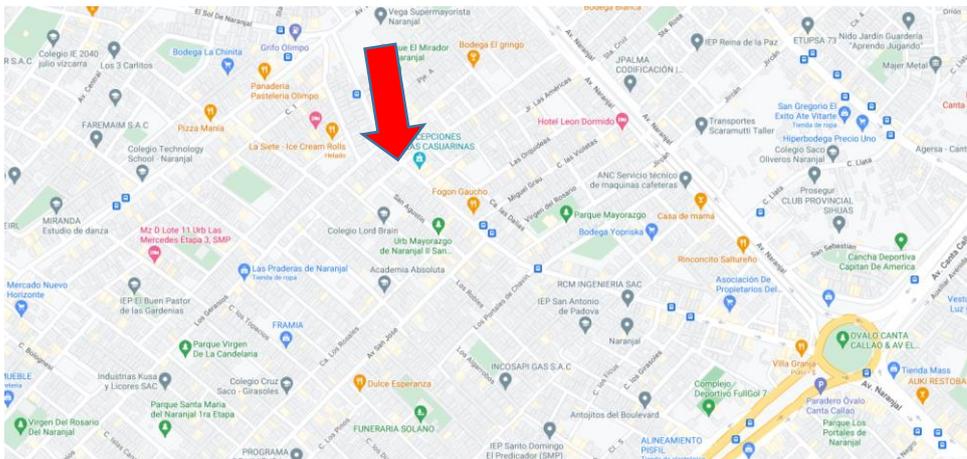
Apellidos y nombres del Juez evaluador: Quiroz Ayasta Julio Cesar

Especialidad del evaluador: Ingeniería Civil y Maestro en gerencia de obras y construcción 06 de enero de 2024

Ing. Julio Cesar Quiroz Ay. -  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 45529

Firma y sello del validador  
DNI : 2622693  
No CIP : 45529

## Anexo 5. Mapas y Planos



Anexo 6. Panel fotográfico



Figura 01: Toma de Calicata 01.



Figura 02: Lavado de la fibra natural.



Figura 03: Secado de la fibra natural.



Figura 04: Recolección de madera.



Figura 05: Corte y secado de madera.



Figura 06: Calcinación de madera.



Figura 07: Análisis granulométrico de la ceniza mediante el tamizado.



Figura 08: Muestreo de la dosificación de la ceniza de madera y fibra natural



Figura 09: Pesado de la ceniza de madera (dosificación 6.5%).

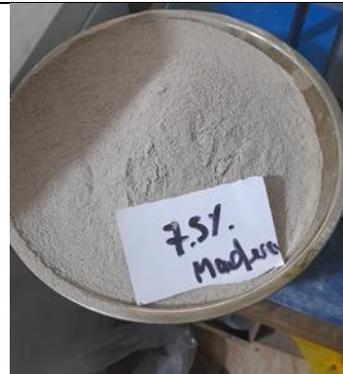


Figura 10: Pesado de la ceniza de madera (dosificación 7.5%).



Figura 11: Pesado de la ceniza de madera (dosificación 8.5%).



Figura 12: Ensayo de proctor modificado.



Figura 13: Ensayo de proctor modificado.



Figura 14: Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días.



Figura 15: Ensayo de slump.



Figura 16: Ensayo de slump.



Figura 17: Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días.



Figura 18: Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días.



Figura 19: Ensayo de resistencia a la flexión a los 28 días.



Figura 20: Ensayo de resistencia a la flexión a los 28 días.



Figura 21: Diseño de mezcla.



Figura 22: Probetas cilíndricas.



Figura 23: Vigas rectangulares.



Figura 24: Conteo vehicular.

# Anexo 7. Hoja de cálculos

## VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto: Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, Avenida Sol, San Martín Porres, Lima, 2023<sup>o</sup>

Tramo: 1  
Cod Estación: E-1  
Estación: 0

Ubicación: CRUCE AMBOS LUNES  
Dia: 16-Oct-23

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION				SEMITRAILER			TRAILERS			TOTAL	PORC. %	
			PICK UP	PANEL		COMBI RURAL	2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3			3T2
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
02-03	5	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	2,85
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	0,41
04-05	5	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	2,85
05-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
06-07	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,81
07-08	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4,07
08-09	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	6,10
09-10	12	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	30	12,20
10-11	8	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	6,91
11-12	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	11	4,47
12-13	5	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	12	4,88
13-14	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	4,47
14-15	3	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	2,44
15-16	9	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	25	10,16
16-17	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	7,32
17-18	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	13	5,28
18-19	7	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	6,91
19-20	6	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	21	8,54
20-21	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	13	5,28
21-22	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	4,07
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
TOTAL	120	3	3	0	0	72	13	2	3	0	15	0	0	0	4	0	0	0	246	100,00
%	48,78	1,22	1,22	0,00	0,00	29,27	5,28	0,81	1,22	0,00	6,10	0,00	0,00	0,00	1,63	0,00	0,00	0,00	100,00	


  
**Ing. Tomas Emiliano Vique Olaya**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 113344 - Reg. Computar C91933

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto: Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 250 kg/cm<sup>2</sup>, Avenida Sol, San Martín Porres, Lima, 2023

Tramo 1 Ubicación ENTRADA  
 Cod Estación E-1 AMBOS  
 Estación 0 Sentido DÍA 17-Oct-23  
 TRAYLERS

HORA	AUTO	STATION	WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS			CAMION			SEMITRAYLER			TOTAL	PORC. %	
				PICK UP	PANEL	COMBI RURAL			2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3			3T2
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
02-03	2	-	-	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1,49
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
05-06	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,25
06-07	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	1,73
07-08	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	3,22
08-09	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	6,68
09-10	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	2,48
10-11	15	2	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	6,19
11-12	11	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	5,20
12-13	1	-	-	2	-	-	-	16	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	5,89
13-14	17	-	-	-	-	-	-	11	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	7,43
14-15	12	-	-	-	-	-	-	10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	6,88
15-16	20	2	-	-	-	-	-	13	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	9,90
16-17	7	-	-	-	-	-	-	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	3,96
17-18	26	-	-	-	-	-	-	14	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	10,64
18-19	21	-	-	-	-	-	-	13	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	8,86
19-20	12	-	-	-	-	-	-	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	5,94
20-21	4	-	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	3,96
21-22	18	-	-	1	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	8,17
22-23	4	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	1,24
23-24	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,50
TOTAL	213	4	6	0	0	0	138	14	1	3	9	1	11	0	0	0	4	0	404	100,00
%	52,72	0,89	1,49	0,00	0,00	0,00	34,16	3,47	0,25	0,74	2,23	0,25	2,72	0,00	0,00	0,00	0,99	0,00	0,00	100,00

  
 Ing. Tomas Emiliano Vera Olaya  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 153544 - Reg. Comput. C91533

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto: Diseño de pavimento rígido adionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, Avenida Sol, San Martín Porres, Lima, 2023

Tramo Cod Estación Estación	1 E-1 0	Ubicación Sentido Dia												TOTAL	PORC. %				
		ENTRADA AMBOS MIRADORES TRAYLERS						Fecha 18-Oct-23											
HORA	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	CAMIONETAS PANEL	COMBI RURAL	MICRO	BUS			CAMION			SEMITRAYER			TOTAL			
							2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3S3T3		
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
02-03	6	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	1,88
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
04-05	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	1,54
05-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
06-07	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	3,29
07-08	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	4,93
08-09	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	3,76
09-10	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	7,28
10-11	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	5,16
11-12	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	7,51
12-13	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	5,63
13-14	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	7,98
14-15	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	4,46
15-16	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	8,45
16-17	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	7,75
17-18	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	7,04
18-19	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	8,22
19-20	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	6,10
20-21	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	3,05
21-22	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	5,87
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
TOTAL	259	4	3	0	0	116	14	2	7	9	0	0	0	4	0	0	0	426	100,00
%	60,80	0,94	0,70	0,00	0,00	27,23	3,29	0,47	1,88	1,64	0,00	2,11	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	100,00	


  
**Ing. Tomas Emiliana Vera Oleaga**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 183944 - Reg. Consumidor C91933

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto:

Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, Avenida Sol, San Martín Porres, Lima, 2023

Tramo  
Cod Estación  
Estación

1  
E - 1  
0

Ubicación  
Sentido

ENTRADA  
AMBOS  
JUEVES

Fecha 19-Oct-23

HORA	AUTO	STATION	WAGON	CAMIONES/AS		MICRO	BUS			CAMION		SEMITRAILER		TRAYLERS			TOTAL	PORC. %		
				PICK UP	PANEL		COMBI	RURAL	2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2			>=3S3	2T2
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
02-03	8	-	-	6	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	3,52
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
04-05	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	14	3,08
05-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,22
06-07	2	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	2,64
07-08	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	3,08
08-09	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	1	-	-	-	-	-	24	5,27
09-10	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	4,18
10-11	26	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	36	7,91
11-12	13	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	27	5,93
12-13	15	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	31	6,81
13-14	7	-	-	-	-	-	-	-	2	1	5	-	-	-	-	-	-	-	21	4,62
14-15	14	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	31	6,81
15-16	14	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	31	6,81
16-17	29	-	-	-	-	-	-	-	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	47	10,33
17-18	7	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	21	4,62
18-19	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	29	6,37
19-20	19	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	5,71
20-21	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27	5,93
21-22	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	6,15
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
TOTAL	248	4	18	3,96	0,00	0,00	127	8	5	23	11	0	7	0	0	0	0	0	455	100,00
%	54,51	0,88	3,96	0,00	0,00	27,91	1,76	1,10	5,05	2,42	0,00	1,54	0,00	0,00	0,00	0,88	0,00	0,00	100,00	

Ing. Tomás Emiliano Verde Oleaga  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 13344 - REG. CONSULTOR C1933

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto:

Diseño de pavimento rígido adyacentando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, Avenida Sol, San Martín Porres, Lima, 2023"

Tramo  
Cod Estación  
Estación

1  
E - 1  
0

Ubicación  
Sentido

ENTRADA  
AMBOS  
VIAS

Fecha 20-Oct-23

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS			CAMION				SEMITRAVLER		TRAVLERS			TOTAL	PORC. %	
			PICK UP	PANEL		2E	>=3E	2E	3E	4E	251/252	253	351/352	>=353	272	273	372			>=373
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
02-03	8	-	-	3	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	2,64
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
04-05	10	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	14	2,84
05-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
06-07	11	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	3,25
07-08	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	3,65
08-09	23	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	38	7,71
09-10	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	27	5,48
10-11	28	-	2	-	-	-	-	1	-	4	-	-	1	-	-	-	-	-	38	7,71
11-12	20	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	6,49
12-13	16	-	-	2	-	-	-	1	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	33	6,69
13-14	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	21	4,26
14-15	18	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	6,29
15-16	5	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	4,67
16-17	14	-	-	-	-	-	-	2	-	23	-	-	2	-	-	-	-	-	41	8,32
17-18	27	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	-	1	-	-	-	-	-	42	8,52
18-19	16	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	1	-	-	-	-	-	28	5,68
19-20	16	-	-	-	-	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	36	7,30
20-21	10	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	24	4,87
21-22	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	3,65
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
TOTAL	279	4	10	0	0	143	14	2	6	22	0	9	0	0	0	4	0	0	493	100,00
%	56,59	0,81	2,03	0,00	0,00	29,01	2,84	0,41	1,22	4,46	0,00	1,83	0,00	0,00	0,00	0,81	0,00	0,00	100,00	


  
**Ing. Tomas Emiliano Vera Olaya**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 18354 - REG. CONSUMER C1933

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto:

Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, Avenida Sol, San Martín Porres, Lima, 2023\*

Tramo  
Cód Estación  
Estación

1  
E-1  
0

Ubicación  
Sentido

ENTRADA  
AMBOS  
SARAO

Fecha 21-Oct-23

HORA	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	CAMIONETAS		MICRO	BUS			CAMION			SEMITRÁILER			TRÁYLERS			TOTAL	PORC. %	
				PANEL	COMBI RURAL		ZE	>=3E	ZE	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2			>=3T3
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
02-03	8	-	6	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	3.45
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
04-05	10	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	3.88
05-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
06-07	2	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	2.59
07-08	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	3.66
08-09	23	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	7.54
09-10	33	-	-	-	-	10	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	9.91
10-11	15	2	-	-	-	4	-	-	-	4	-	5	-	-	-	-	-	-	-	31	6.68
11-12	21	-	-	-	-	14	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	37	7.97
12-13	15	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	4	-	-	-	-	-	-	22	4.74
13-14	10	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	27	5.82
14-15	14	-	-	-	-	9	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	26	5.60
15-16	18	2	-	-	-	14	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	7.76
16-17	22	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	7.33
17-18	10	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	3.45
18-19	12	-	-	-	-	7	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	4.31
19-20	11	-	-	-	-	11	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	5.60
20-21	18	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	5.17
21-22	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	4.53
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.00
TOTAL	281	4	18	0	0	104	0	2	4	30	1	16	0	0	0	4	0	0	0	464	100.00
%	60.56	0.96	3.98	0.00	0.00	22.41	0.00	0.43	0.86	6.47	0.22	3.45	0.00	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00	0.00	100.00	

  
**Ing. Tomas Emiliano Vera Olaya**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 133244 - Mrg Consultor C19333

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto: Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, Avenida Sol, San Martín Porres, Lima, 2023

Tramo 1 Ubicación CRUCE  
 Cod Estación E - 1 Sentido AMBOS  
 Estación 0 Dia DOMINGO  
 Fecha 22-Oct-23

HORA	AUTO	STATION	CAMIONES/AS		MICRO	BUS			CAMION			SEMITRAILER			TRAYLERS			TOTAL	PORC. %		
			WAGON	PICK UP		PANEL	COMBI	RURAL	2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3			2T2	2T3
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
02-03	8	-	-	6	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	3,28
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
04-05	10	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	3,69
05-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
06-07	11	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	4,30
07-08	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	3,69
08-09	20	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	7,17
09-10	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	5,74
10-11	21	-	-	2	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	6,35
11-12	13	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	5,12
12-13	22	-	-	2	-	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	8,61
13-14	36	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	9,02
14-15	30	-	-	-	-	-	-	-	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	10,86
15-16	7	2	-	-	-	-	-	-	-	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	11,48
16-17	7	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	3,07
17-18	14	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	4,51
18-19	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	4,51
19-20	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	4,10
20-21	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,82
21-22	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	3,69
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
23-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0,00
TOTAL	294	4	18	0	0	133	0	2	2	22	0	0	0	5	4	4	0	0	0	488	100,00
%	60,25	0,92	3,99	0,00	0,00	27,25	0,00	0,41	0,41	4,51	0,00	0,00	0,00	1,02	0,82	0,82	0,00	0,00	0,00	100,00	

  
 Ing. Tomas Emiliano Vera Olguin  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 18394 - Reg. Consultor C1933

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto: Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, Avenida Sol, San Martín Porres, Lima, 2023

Tramo: 1 Ubicación: CRUCE  
 Cod Estación: E-1 Sentido: TOTAL  
 Estación: 0 Del 16-10-2023 al 22-10-23

HORA	AUTO	STATION	WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAILER			TRAYLERS			TOTAL
				PICK UP	PANEL	COMBI RURAL		2E	>=3E	3E	4E	2S/2S2	2S3	3S/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	
0-Entrada 16/10/2023 ENTRADA SALIDA Ambos	80 80 120	1 2 3	2 1 3	0 0 0	0 0 0	33 39 72	5 8 13	1 1 2	3 8 11	3 0 3	0 0 0	9 6 15	0 0 0	0 0 0	2 2 4	0 0 0	0 0 0	119 127 246	
MARTES 17/10/2023 ENTRADA SALIDA Ambos	93 120 213	2 2 4	4 2 6	0 0 0	0 0 0	87 51 138	7 7 14	1 0 1	2 1 3	2 7 9	0 1 1	6 5 11	0 0 0	0 0 0	2 2 4	0 0 0	0 0 0	206 198 404	
MIERCOLES 18/10/2023 ENTRADA SALIDA Ambos	140 119 259	2 2 4	2 1 3	0 0 0	0 0 0	46 70 116	6 8 14	1 1 2	3 5 8	2 5 7	0 0 0	3 6 9	0 0 0	0 0 0	2 2 4	0 0 0	0 0 0	207 219 426	
JUEVES 19/10/2023 ENTRADA SALIDA Ambos	135 113 248	2 2 4	9 9 18	0 0 0	0 0 0	72 52 127	4 4 8	1 1 5	18 15 23	0 11 11	0 0 0	3 4 7	0 0 0	0 0 0	2 2 4	0 0 0	0 0 0	245 249 495	
VIERNES 20/10/2023 ENTRADA SALIDA Ambos	148 130 278	2 2 4	1 9 10	0 0 0	0 0 0	67 76 143	10 4 14	1 1 2	5 11 6	11 11 22	0 0 0	6 3 9	0 0 0	0 0 0	2 2 4	0 0 0	0 0 0	254 239 493	
SABADO 21/10/2023 ENTRADA SALIDA Ambos	181 100 281	2 2 4	9 9 18	0 0 0	0 0 0	67 37 104	0 0 0	1 1 2	1 3 4	19 30 30	1 1 1	2 14 16	0 0 0	0 0 0	2 2 4	0 0 0	0 0 0	285 179 464	
DOMINGO 22/10/2023 ENTRADA SALIDA Ambos	149 145 294	2 2 4	9 9 18	0 0 0	0 0 0	80 53 133	0 0 0	1 1 2	1 2 2	11 11 22	0 0 0	0 0 0	0 0 0	2 2 4	0 0 0	0 0 0	264 224 488		
TOTAL	1,694	27	78	0	0	633	63	16	57	104	2	67	0	5	4	28	0	2,976	

  
 Ing. Tomas Emilia Vera Olajua  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 18284 - REG. CONSULTOR C91933

### RESUMEN DEL VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DE SALIDA Y ENTRADA

Proyecto:

"Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, Avenida Sol, San Martín Porres, Lima, 2023"

Tramo

1

Cod Estación

E - 1

Estación

0

Ubicación

CRUCE

Sentido

AMBOS

Día

Del 16-10-2023 al 22-10-23

SENTIDO	AUTO	STATION	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMITRAILER			TRAYLERS			TOTAL	
			WAGON	PICK UP	PANEL		COMBI RURAL	2E	>=3E	2E	3E	4E	2S/12S2	2S3	3S/13S2	>=4S3	2T2	2T3		3T2
ENTRADA	130	2	5	0	0	65	5	1	5	7	0	4	0	1	1	1	0	0	0	226
SALIDA	112.43	2	6	0	0	54.43	4.43	1.29	3	8	0.14	5.43	0	0	0	0	0	0	0	199
AMBOS	242	4	11	0	0	119	9	2	8	15	0	10	0	1	1	1	0	0	0	425

  
**Ing. Tomas Emiliano Vera Oleaga**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 183346 - Reg. Consultor C91933

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto

Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> Avenida Sca. San Martín Porres, Lima, 2023

Alumno

Piero Bryan Chauca Hoyos

Ubicación

CRICE

Cod Estacion

E - 1

Fecha

Del 16-10-2023 al 22-10-23

DIA	AUTOMOVILES			CAMIONES			SEMITRAVULERS			TRAVULERS			TOTAL	PORC. %		
	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	>=5E	2E	3E	4E	251/292	253	>=5S3	212	213			312	>=313
SABADO	120	3	3	0	0	0	0	15	0	0	4	4	0	0	246	8,27
DOMINGO	213	4	6	0	0	0	0	14	0	0	4	4	0	0	404	13,58
LUNES	259	4	3	0	0	0	0	7	0	0	4	4	0	0	426	14,31
MARTES	248	4	18	0	0	0	0	11	0	0	4	4	0	0	455	15,29
MIÉRCOLES	279	4	10	0	0	0	0	9	0	0	4	4	0	0	493	16,57
JUEVES	251	4	18	0	0	0	0	16	0	0	4	4	0	0	464	15,59
VIERNES	254	4	18	0	0	0	0	22	0	0	5	4	0	0	459	15,40
TOTAL	1694	27	76	0	0	0	0	104	2	2	28	28	0	0	2976	100,00
IMD	242	4	11	0	0	0	0	15	0	0	1	1	0	0	426	
%	56,81	0,94	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	2,35	0,00	0,23	0,23	0,94	0,90	0,00	100,00	

TRAFICO VEHICULAR  
IMD Sin Corrección

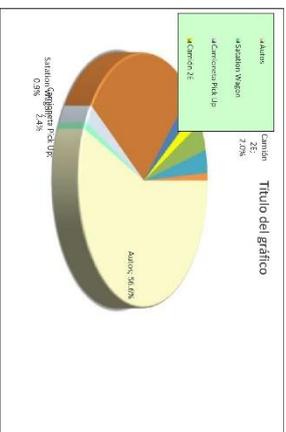
Tipo de Vehículos	IMD	Distrib. %
Autos	242	96,8%
Station Wagon	4	0,03%
Camioneta Pick Up	11	2,6%
Camioneta Panel	0	0,0%
COMBI RURAL	0	0,0%
Micro	119	27,6%
Omnibus 2E y 3E	11	2,6%
Camion 2E	8	1,9%
Camion 3E	15	3,5%
Camion 4E	0	0,0%
Semitrayer	12	2,9%
Trayer	4	0,9%
TOTAL IMD	426	100,0%

TRAFICO VEHICULAR  
IMD ANUAL Y CLASIFICACION VEHICULAR

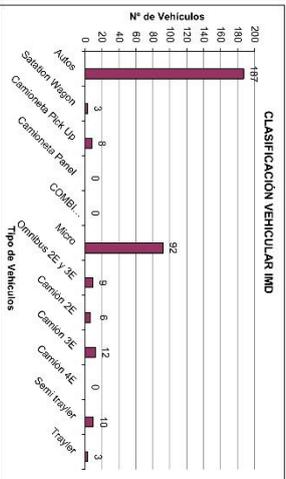
Tipo de Vehículos	IMD	Distrib. %
Autos	187	96,6%
Station Wagon	3	0,03%
Camioneta Pick Up	8	2,4%
Camioneta Panel	0	0,0%
COMBI RURAL	0	0,0%
Micro	92	27,8%
Omnibus 2E y 3E	9	2,7%
Camion 2E	6	2,0%
Camion 3E	12	3,7%
Camion 4E	0	0,0%
Semitrayer	15	4,6%
Trayer	3	1,0%
TOTAL IMD	390	100,0%

Ing. Tomas Emiliana Vera Oliva  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 18394 - RNE CONSULTOR C1933

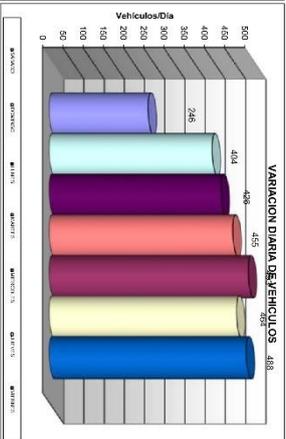
Título del gráfico



CLASIFICACION VEHICULAR IMD



VARIACION DIARIA DE VEHICULOS



## CÁLCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES - ESAL

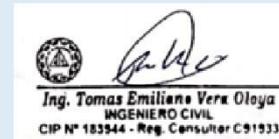
PERIODO DE DISEÑO	20	AÑOS		
Tasa de Crecimiento por Región en %	$r_{op} =$	1.45	Tasa de Crecimiento Anual de la Población	(vehículos de pasajeros)
	$r_{ec} =$	3.69	Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional	(vehículos de carga)

FUERZA DE PRESIÓN (Fb)	1
FACTOR DIRECCIONAL (Fd)	0.5
FACTOR CARRIL (Fc)	0.8

TRÁFICO ACTUAL POR TIPO DE VEHÍCULO		
Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automovil	190	57.58
Camioneta	8	2.42
C.R.	0	0.00
Micro	92	27.88
Bus Grande	9	2.73
Camión 2E	6	1.82
Camión 3E	12	3.64
Camión 4E	0	0.00
Semi Trayler 251 /252	10	3.03
Semi Trayler 253	0	0.00
Semi Trayler 351 /352	0	0.00
Semi Trayler ≥353	0	0.00
Trayler 2T2	3	0.91
Trayler 2T3	0	0.00
Trayler 3T2	0	0.00
Trayler ≥3T3	0	0.00
<b>IMD</b>	<b>330</b>	<b>100.00</b>

CONFIGURACIÓN VEHICULAR	EJE DELANTERO	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES		
		1RO	2DO	3RO
Bus Grande	7	16		
2E	7	11		
3E	7	18		
4E	7	23		
251 /252	7	11	18	
253	7	11	25	
351 /352	7	18	18	
≥353	7	18	25	
2T2	7	11	11	11
2T3	7	11	11	18
3T2	7	18	11	11
≥3T3	7	18	11	18

FACTORES DE EQUIVALENCIA O DAÑO					
	EJE DELANTERO	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES			Evp.
		1	2	3	
Bus Grande	1.27	2.34			3.62
2E	1.27	3.33			4.61
3E	1.27	3.46			4.73
4E	1.27	3.69			4.96
251 /252	1.27	3.33	3.46		8.07
253	1.27	3.33	4.16		8.77
351 /352	1.27	3.46	3.46		8.19
≥353	1.27	3.46	4.16		8.90
2T2	1.27	3.33	3.33	3.33	11.28
2T3	1.27	3.33	3.33	3.46	11.40
3T2	1.27	3.46	3.33	3.33	11.40
≥3T3	1.27	3.46	3.33	3.46	11.52



### DEMANDA PROYECTADA

Para la proyección de la demanda utilizar la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0 (1 + r)^{(n-1)}$$

Donde:

- $T_n =$  Tránsito proyectado al año en vehículo por día
- $T_0 =$  Tránsito actual (año base) en vehículo por día
- $n =$  año futuro de proyección
- $r =$  tasa anual de crecimiento de tránsito

DEMANDA PROYECTADA		
Tipo de Vehículo	IMD <sub>pi</sub>	Distribución (%)

Automovil	250	50.99
Camioneta	11	2.15
C.R.	0	0.00
Micro	121	24.69
Bus Grande	12	2.42
Camión 2E	15	3.06
Camión 3E	24	4.88
Camión 4E	0	0.00
Semi Traylor 251 /252	20	4.06
Semi Traylor 253	21	4.29
Semi Traylor 351 /352	0	0.00
Semi Traylor ≥353	0	0.00
Traylor 2T2	15	3.06
Traylor 2T3	2	0.41
Traylor 3T2	0	0.00
Traylor ≥3T3	0	0.00
<b>IMD</b>	<b>490</b>	<b>100.00</b>

**FACTOR DE CRECIMIENTO ACUMULADO:**

$$Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

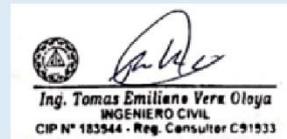
Fca V. Ligeros=	23.01
Fca V. Pesados=	28.84

**EJES EQUIVALENTES POR CADA TIPO DE VEHÍCULO:**

$$EE_{dia-carril} = IMD_{PI} * F_D * F_C * F_{VPI} * F_{PI}$$

**EJES EQUIVALENTES POR CADA TIPO DE VEHÍCULO**

Tipo de Vehículo	EE <sub>dia-carril</sub>	Distribución (%)
Bus Grande	17	5.62
Camión 2E	28	9.07
Camión 3E	45	14.84
Camión 4E	0	0.00
Semi Traylor 251 /252	64	21.08
Semi Traylor 253	74	24.19
Semi Traylor 351 /352	0	0.00
Semi Traylor ≥353	0	0.00
Traylor 2T2	68	22.21
Traylor 2T3	9	2.99
Traylor 3T2	0	0.00
Traylor ≥3T3	0	0.00
<b>IMD</b>	<b>305</b>	<b>100.00</b>



**NUMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES DE**

$$Nrep \text{ de } EE_{8,2tn} = \sum [EE_{dia-carril} * Fca * 365]$$

$$Nrep \text{ de } EE_{8,2tn} = 3206837 \text{ EE}$$

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO F'C=280 KG/CM2

### MÉTODO AASTHO -93

Es uno de los métodos mas utilizados y de mayor utilización a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos.

### FORMULACIÓN DE DISEÑO

La ecuación básica de diseño a la que llegó AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos, desde un desarrollo analítico, se encuentra plasmada también en monogramas de cálculo, éstos esencialmente basados en los resultados obtenidos de la prueba experimental de la carretera AASHTO. La ecuación de diseño para pavimentos rígidos modificada para la versión actual es la que a continuación se presenta:

### FORMULA GENERAL AASTHO

$$\log_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \log_{10}\left[215.63 \frac{S^c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E^c/K)^{0.25}})}\right]$$

Donde:

D	= Espesor de la losa del pavimento en (in)
W18	= Tráfico (Número de ESAL's)
Zr	= Desviación Estándar Normal
So	= Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
APSI	= Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)
Po	= Serviciabilidad Inicial
Pt	= Serviciabilidad Final
S <sup>c</sup>	= Módulo de Rotura del concreto en (psi).
Cd	= Coeficiente de Drenaje
J	= Coeficiente de Transferencia de Carga
E <sup>c</sup>	= Módulo de Elasticidad de concreto
K	= Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (psi).



*[Firma]*

Ing. Tomas Emiliano Vera Olaya  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 185344 - Reg. Consultor C51933

### VARIABLES DEL DISEÑO

#### ESPESOR (D).

El espesor de losa de concreto, es la variable "D" que pretendemos determinar al realizar un diseño de pavimento rígido. El resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que interviene en los cálculos. Es importante especificar lo que se diseña, ya que a partir de espesores regulares una pequeña variación puede significar una variación importante en la vida útil.

### 1.- ESTUDIO DE TRANSITO

#### 1.1.- Transito (demanda)

Probablemente, la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, pues, si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño geométrico, el número y el peso de los ejes de éstos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 ton de peso, con neumáticos con presión de 80 lb./pulg<sup>2</sup>.

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO F'C=280 KG/CM2

**Cálculo de tasas de crecimiento y la proyección**

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

$$T_n = T_o (1 + i)^{n-1}$$

Donde:

T<sub>n</sub> = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.

T<sub>o</sub> = Tránsito actual (año base 0) en veh/día.

n = Años del periodo de diseño.

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico(\*) normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento.

**1.2.- Determinación del tránsito existente.**

El volumen existente en el tramo, considera el promedio diario anual del total de vehículos (ligeros y pesados) en ambos sentidos.

Para la obtención de la demanda de tránsito que circula en cada sub tramo en estudio, se requerirá como mínimo la siguiente información:

a. El tránsito promedio semanal (TPDS) mediante conteos de tránsito en cada sub tramo (incluyendo un sábado o un domingo) por un periodo consecutivo de 7 días (5 día de semana+Sábado+Domingo), como mínimo, de una semana que haya sido de circulación normal. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo. Así mismo en caso no hubiera información oficial, sobre pesos por eje, aplicable a la zona, se efectuara un censo de carga Vehicular durante 2 días consecutivos.

b. Número, tipo y peso de los ejes de los vehículos pesados.

c. Con los datos obtenidos, se definirá el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el periodo de diseño del pavimento.

**1.1. CALCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES ESAL'S(W18)**

ESAL's(W18) =	3,206,837.00
ESAL's(W18) =	3.21E+06

**2. CONFIABILIDAD:**

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. También se puede entender a la confiabilidad como un factor de seguridad, de ahí que su uso se debe al mejor de los criterios.

DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr)	
Confiabilidad R (%)	Desviac. Están. (Zr)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.036
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327



PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO F'C=280 KG/CM2

99.9	-3.090
99.99	-3.750

$R (%) = 80.00 \%$

**2.1. DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr).**

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

$Z_r = -0.841$

**2.2. ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (So):**

AASHTO propuso los siguientes valores para seleccionar la Variabilidad o Error Estándar Combinado So, cuyo valor recomendado es:

Para pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
En construcción nueva	0.35
En sobre capas	0.4

$S_o = 0.350$

**4. SERVICIABILIDAD ( $\Delta$  PSI):**

La serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía. La medida primaria de la serviciabilidad es el Índice de Serviciabilidad Presente. El procedimiento de diseño AASHTO predice el porcentaje de pérdida de serviciabilidad ( $\Delta$  PSI) para varios niveles de tráfico y cargas de ejes.

Como el índice de serviciabilidad final de un pavimento es el valor más bajo de deterioro a que puede llegar el mismo, se sugiere que para carreteras de primer orden (de mayor tránsito) este valor sea de 2.5 y para vías menos importantes sea de 2.0, para el valor del índice de serviciabilidad inicial la AASHTO llegó a un valor de 4.5 para pavimentos de concreto y 4.2 para pavimentos de asfalto.

ÍNDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Entonces:

$P_o = 4.5$

$P_t = 2.5$

$\Delta PSI = P_o - P_t$

$\Delta PSI = 2.00$

**5. MÓDULO DE RUPTURA (S'c)**

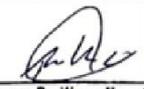
Es una propiedad del concreto que influye notablemente en el diseño de pavimentos rígidos de concreto. Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión, es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión (S'c) ó módulo de ruptura normalmente especificada a los 28 días

Estimacion a traves de la resistencia a compresion del concreto:

$F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$        $S'c = k(F'c)^{0.5}$        $7 < k < 12$        $f'c$ : en psi

Convertir a PSI = 3982.5       $S'c = 567.966$

$S'c = 567.97 \text{ Psi}$

  
**Ing. Tomas Emiliano Vera Olaya**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 183944 - Reg. Consultor C91933

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO F'C=280 KG/CM2

#### 6. DRENAJE (Cd)

Calidad de Drenaje	% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de saturación			
	Menor a 1%	1% a 5%	5% a 25%	Mayor a 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
Regular	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Para el caso los materiales a ser usados tiene una calidad regular de drenaje y esta expuesto en un 5% durante un año normal de precipitaciones.

$$Cd = 0.90$$

#### 7. COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J).

Es la capacidad que tiene la losa de transmitir fuerzas cortantes a las losas adyacentes, lo que repercute en minimizar las deformaciones y los esfuerzos. Este concepto depende de los siguientes factores:

- Cantidad de Tráfico.
- Utilización de pasajuntas.
- Soporte lateral de las Losas.

$$J = 2.7$$

#### 8. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec).

Se denomina Módulo de elasticidad del concreto a la tracción, a la capacidad que obedece la ley de Hooke, es decir, la relación de la tensión unitaria a la deformación unitaria. Se determina por la Norma ASTM C469. Sin embargo en caso de no disponer de los ensayos experimentales para su cálculo existen varios criterios con los que pueda estimarse ya sea a partir del Módulo de Ruptura, o de la resistencia a la compresión a la que será diseñada la mezcla del concreto.

Las relaciones de mayor uso para su determinación son:

$$f_c = 280 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow f_c = 3982.535 \text{ psi}$$

$$Ec = 57000 \times (f_c)^{1/2} \text{ (En psi)}$$

$$Ec = 3,597,117.86 \text{ psi}$$

$$Ec = 3,597,117.86 \text{ Psi}$$

#### 9. MODULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE (K)

Se han propuesto algunas correlaciones de "K" a partir de datos de CBR de diseño de la Sub Rasante, siendo una de las más aceptadas por AASHTO las expresiones siguientes:

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

$$K = 46.0 + 9.08(\text{Log CBR})^{1.434} \text{ Mpa/m} \rightarrow \text{CBR} > 10$$

$$\text{CBR sub rasante} = 11.00 \% \rightarrow K = 56.82761681$$

Según estudio realizado Laboratorio de Mecánica de suelos

$$K = 207.4208013$$

#### 10. ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO

Según la formula General AASHTO:

  
**Ing. Tomas Emiliano Vera Olaya**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 183544 - Reg. Consultor C91933

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO F'C=280 KG/CM2

$$\log_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^{-7}}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times P_r) \times \log_{10}\left[215.63 \frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})}\right]$$

Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación I) Sea aproximadamente igual a (Ecuación II):

**D = 7.950 in**

$$\log_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.06 = \mathbf{6.860 \dots \text{Ecuación I}}$$

$$7.35 \times \log_{10}(D + 1) + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^{-7}}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times P_t) \times \log_{10}\left[215.63 \frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})}\right] = \mathbf{6.858 \dots \text{Ecuación II}}$$

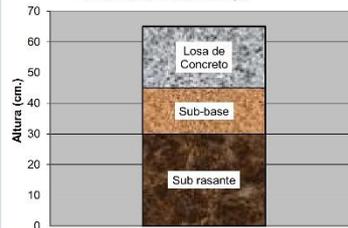
Espesor de la Losa de Concreto

**D = 20.19 Cm**

**ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO**

Losa de C° Hidráulico e= 20  
 Sub-Base Granular e= 15

Distribución en altura de las Capas



  
 Ing. Tomas Emiliano Vera Oloya  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 183944 - Reg. Consultor C91933

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO PATRON + 0.9%FN

### MÉTODO AASTHO -93

Es uno de los métodos mas utilizados y de mayor utilización a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos.

### FORMULACIÓN DE DISEÑO

La ecuación básica de diseño a la que llegó AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos, desde un desarrollo analítico, se encuentra plasmada también en monogramas de cálculo, éstos esencialmente basados en los resultados obtenidos de la prueba experimental de la carretera AASHTO. La ecuación de diseño para pavimentos rígidos modificada para la versión actual es la que a continuación se presenta:

### FORMULA GENERAL AASTHO

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \log_{10}\left[215.63 - \frac{S^c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/K)^{0.25}})}\right]$$

Donde:

D	= Espesor de la losa del pavimento en (in)
W18	= Tráfico (Número de ESAL's)
Zr	= Desviación Estándar Normal
So	= Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
APSI	= Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)
Po	= Serviciabilidad Inicial
Pt	= Serviciabilidad Final
S <sup>c</sup>	= Módulo de Rotura del concreto en (psi).
Cd	= Coeficiente de Drenaje
J	= Coeficiente de Transferencia de Carga
Ec	= Módulo de Elasticidad de concreto
K	= Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (psi).



*[Firma]*

Ing. Tomas Emiliano Vera Olaya  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 183944 - Reg. Consultor C91933

### VARIABLES DEL DISEÑO

#### ESPESOR (D).

El espesor de losa de concreto, es la variable "D" que pretendemos determinar al realizar un diseño de pavimento rígido. El resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que interviene en los cálculos. Es importante especificar lo que se diseña, ya que a partir de espesores regulares una pequeña variación puede significar una variación importante en la vida útil.

### 1.- ESTUDIO DE TRANSITO

#### 1.1.- Transito (demanda)

Probablemente, la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, pues, si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño geométrico, el número y el peso de los ejes de éstos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 ton de peso, con neumáticos con presión de 80 lb./pulg<sup>2</sup>.

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO PATRON + 0.9%FN

**Cálculo de tasas de crecimiento y la proyección**

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

$$T_n = T_o (1 + i)^{n-1}$$

Donde:

T<sub>n</sub> = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.

T<sub>o</sub> = Tránsito actual (año base o) en veh/día.

n = Años del período de diseño.

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico(\*) normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el período de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento.

**1.2.- Determinación del tránsito existente.**

El volumen existente en el tramo, considera el promedio diario anual del total de vehículos (ligeros y pesados) en ambos sentidos.

Para la obtención de la demanda de tránsito que circula en cada sub tramo en estudio, se requerirá como mínimo la siguiente información:

a. El tránsito promedio semanal (TPDS) mediante conteos de tránsito en cada sub tramo (incluyendo un sábado o un domingo) por un período consecutivo de 7 días (5 día de semana+Sábado+Domingo), como mínimo, de una semana que haya sido de circulación normal. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo. Así mismo en caso no hubiera información oficial, sobre pesos por eje, aplicable a la zona, se efectuara un censo de carga Vehicular durante 2 días consecutivos.

b. Número, tipo y peso de los ejes de los vehículos pesados.

c. Con los datos obtenidos, se definirá el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el periodo de diseño del pavimento.

**1.1. CALCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES ESAL'S(W18)**

ESAL's(W18) =	3,206,837.00
ESAL's(W18) =	3.21E+06

**2. CONFIABILIDAD:**

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. También se puede entender a la confiabilidad como un factor de seguridad, de ahí que su uso se debe al mejor de los criterios.

DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr)	
Confiabilidad R (%)	Desviac. Están. (Zr)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.036
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327



PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO PATRON + 0.9%FN

99.9	-3.090
99.99	-3.750

$$R (\%) = 80.00 \%$$

#### 2.1. DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr).

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

$$Z_r = -0.841$$

#### 2.2. ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (So):

AASHTO propone los siguientes valores para seleccionar la Variabilidad o Error Estándar Combinado So, cuyo valor recomendado es:

Para pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
En construcción nueva	0.35
En sobre capas	0.4

$$S_o = 0.350$$

#### 4. SERVICIABILIDAD ( $\Delta$ PSI):

La serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía. La medida primaria de la serviciabilidad es el Índice de Serviciabilidad Presente. El procedimiento de diseño AASHTO predice el porcentaje de pérdida de serviciabilidad ( $\Delta$  PSI) para varios niveles de tráfico y cargas de ejes.

Como el índice de serviciabilidad final de un pavimento es el valor más bajo de deterioro a que puede llegar el mismo, se sugiere que para carreteras de primer orden (de mayor tránsito) este valor sea de 2.5 y para vías menos importantes sea de 2.0, para el valor del índice de serviciabilidad inicial la AASHTO llegó a un valor de 4.5 para pavimentos de concreto y 4.2 para pavimentos de asfalto.

ÍNDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Entonces:

$$P_o = 4.5$$

$$P_t = 2.5$$

$$\Delta \text{ PSI} = P_o - P_t$$

$$\Delta \text{ PSI} = 2.00$$

#### 5. MÓDULO DE RUPTURA (S'c)

Es una propiedad del concreto que influye notablemente en el diseño de pavimentos rígidos de concreto. Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión, es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión (S'c) ó módulo de ruptura normalmente especificada a los 28 días

Estimacion a traves del resultado de laboratorio:

$$M_r = 35.67 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Convertir a PSI} = 507.35$$


  
**Ing. Tomas Emiliano Vera Olaya**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 183944 - Reg. Consultor C91933

$$S'c = 507.35 \text{ Psi}$$

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO PATRON + 0.9%FN

#### 6. DRENAJE (Cd)

Calidad de Drenaje	% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de saturación			
	Menor a 1%	1% a 5%	5% a 25%	Mayor a 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
Regular	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Para el caso los materiales a ser usados tiene una calidad regular de drenaje y esta expuesto en un 5% durante un año normal de precipitaciones.

$$Cd = 0.90$$

#### 7. COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J).

Es la capacidad que tiene la losa de transmitir fuerzas cortantes a las losas adyacentes, lo que repercute en minimizar las deformaciones y los esfuerzos. Este concepto depende de los siguientes factores:

- Cantidad de Tráfico.
- Utilización de pasajuntas.
- Soporte lateral de las Losas.

$$J = 2.7$$

#### 8. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec).

Se denomina Módulo de elasticidad del concreto a la tracción, a la capacidad que obedece la ley de Hooke, es decir, la relación de la tensión unitaria a la deformación unitaria. Se determina por la Norma ASTM C469. Sin embargo en caso de no disponer de los ensayos experimentales para su cálculo existen varios criterios con los que pueda estimarse ya sea a partir del Módulo de Ruptura, o de la resistencia a la compresión a la que será diseñada la mezcla del concreto.

Las relaciones de mayor uso para su determinación son:

$$f_c = 260.5 \text{ K/cm}^2 \rightarrow f_c = 3705.607 \text{ psi}$$

$$E_c = 57000 \times (f_c)^{1/2} \text{ (En psi)}$$

$$E_c = 3,469,800.63 \text{ psi}$$

  
**Ing. Tomas Emiliano Vera Oloya**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 183544 - Reg. Consultor C91933

$$E_c = 3,469,800.63 \text{ Psi}$$

#### 9. MODULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE (K)

Se han propuesto algunas correlaciones de "K" a partir de datos de CBR de diseño de la Sub Rasante, siendo una de las más aceptadas por AASHTO las expresiones siguientes:

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

$$K = 46.0 + 9.08(\text{Log CBR})^{0.74} \text{ Mpa/m} \rightarrow \text{CBR} > 10$$

$$\text{CBR sub rasante} = 11.00 \% \quad K = 56.82761681$$

Según estudio realizado Laboratorio de Mecánica de suelos

$$K = 207.4208013$$

#### 10. ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO

Según la formula General AASHTO:

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO PATRON + 0.9%FN

$$\log_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^{-7}}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pr) \times \log_{10}\left[215.63 \frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})}\right]$$

Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación I) Sea aproximadamente igual a (Ecuación II):

**D = 8.480 in**

$\log_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.06 =$  **6.860 ... Ecuación I**

$$7.35 \times \log_{10}(D + 1) + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^{-7}}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \log_{10}\left[215.63 \frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})}\right] =$$
 **6.859 ... Ecuación II**

Espesor de la Losa de Concreto

**D = 21.54 Cm**

**ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO**

Losa de C° Hidráulico	e=	22
Sub-Base Granular	e=	15



*Ing. Tomas Emiliano Vera Olaya*  
**INGENIERO CIVIL**  
 CIP N° 183544 - Reg. Consultor C91533

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO PATRON + 0.9%FN + 6.5%CM

### MÉTODO AASTHO -93

Es uno de los métodos mas utilizados y de mayor utilización a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos.

### FORMULACIÓN DE DISEÑO

La ecuación básica de diseño a la que llegó AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos, desde un desarrollo analítico, se encuentra plasmada también en monogramas de cálculo, éstos esencialmente basados en los resultados obtenidos de la prueba experimental de la carretera AASHTO. La ecuación de diseño para pavimentos rígidos modificada para la versión actual es la que a continuación se presenta:

### FORMULA GENERAL AASTHO

$$\log_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \log_{10}\left[215.63 - \frac{S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E'c/K)^{0.25}})}\right]$$

Donde:

D	= Espesor de la losa del pavimento en (in)
W18	= Tráfico (Número de ESAL's)
Zr	= Desviación Estándar Normal
So	= Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
APSI	= Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)
Po	= Serviciabilidad Inicial
Pt	= Serviciabilidad Final
S'c	= Módulo de Rotura del concreto en (psi).
Cd	= Coeficiente de Drenaje
J	= Coeficiente de Transferencia de Carga
Ec	= Módulo de Elasticidad de concreto
K	= Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (psi).



*Ing. Tomas Emiliana Vera Olaya*  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 183944 - Reg. Consultor C91933

### VARIABLES DEL DISEÑO

#### ESPESOR (D).

El espesor de losa de concreto, es la variable "D" que pretendemos determinar al realizar un diseño de pavimento rígido. El resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que interviene en los cálculos. Es importante especificar lo que se diseña, ya que a partir de espesores regulares una pequeña variación puede significar una variación importante en la vida útil.

### 1.- ESTUDIO DE TRANSITO

#### 1.1.- Transito (demanda)

Probablemente, la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, pues, si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño geométrico, el número y el peso de los ejes de éstos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 ton de peso, con neumáticos con presión de 80 lb./pulg2.

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO PATRON + 0.9%FN + 6.5%CM

**Cálculo de tasas de crecimiento y la proyección**

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

$$T_n = T_o (1 + i)^{n-1}$$

Donde:

T<sub>n</sub> = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.

T<sub>o</sub> = Tránsito actual (año base 0) en veh/día.

n = Años del período de diseño.

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico(\*) normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el período de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento.

**1.2.- Determinación del tránsito existente.**

El volumen existente en el tramo, considera el promedio diario anual del total de vehículos (ligeros y pesados) en ambos sentidos.

Para la obtención de la demanda de tránsito que circula en cada sub tramo en estudio, se requerirá como mínimo la siguiente información:

a. El tránsito promedio semanal (TPDS) mediante conteos de tránsito en cada sub tramo (incluyendo un sábado o un domingo) por un período consecutivo de 7 días (5 día de semana+Sábado+Domingo), como mínimo, de una semana que haya sido de circulación normal. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo. Así mismo en caso no hubiera información oficial, sobre pesos por eje, aplicable a la zona, se efectuara un censo de carga Vehicular durante 2 días consecutivos.

b. Número, tipo y peso de los ejes de los vehículos pesados.

c. Con los datos obtenidos, se definirá el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el periodo de diseño del pavimento.

**1.1. CALCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES ESAL'S(W18)**

ESAL's(W18) =	3,206,837.00
ESAL's(W18) =	3.21E+06

**2. CONFIABILIDAD:**

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. También se puede entender a la confiabilidad como un factor de seguridad, de ahí que su uso se debe al mejor de los criterios.

DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr)	
Confiabilidad R (%)	Desviac. Están. (Zr)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.036
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327



PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO PATRON + 0.9%FN + 6.5%CM

99.9	-3.090
99.99	-3.750

$R (%) = 80.00 \%$

**2.1. DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr).**

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

$Z_r = -0.841$

**2.2. ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (So):**

AASHTO propone los siguientes valores para seleccionar la Variabilidad o Error Estándar Combinado So, cuyo valor recomendado es:

Para pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
En construcción nueva	0.35
En sobre capas	0.4

$S_o = 0.350$

**4. SERVICIABILIDAD ( $\Delta$  PSI):**

La serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía. La medida primaria de la serviciabilidad es el Índice de Serviciabilidad Presente. El procedimiento de diseño AASHTO predice el porcentaje de pérdida de serviciabilidad ( $\Delta$  PSI) para varios niveles de tráfico y cargas de ejes.

Como el índice de serviciabilidad final de un pavimento es el valor más bajo de deterioro a que puede llegar el mismo, se sugiere que para carreteras de primer orden (de mayor tránsito) este valor sea de 2.5 y para vías menos importantes sea de 2.0, para el valor del índice de serviciabilidad inicial la AASTHO llegó a un valor de 4.5 para pavimentos de concreto y 4.2 para pavimentos de asfalto.

ÍNDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Entonces:

$P_o = 4.5$

$P_t = 2.5$

$\Delta PSI = P_o - P_t$

$\Delta PSI = 2.00$

**5. MÓDULO DE RUPTURA (S'c)**

Es una propiedad del concreto que influye notablemente en el diseño de pavimentos rígidos de concreto. Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión, es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión (S'c) ó módulo de ruptura normalmente especificada a los 28 días

Estimacion a traves del resultado de laboratorio:

$M_i = 44.67 \text{ Kg/cm}^2$

Convertir a PSI= 635.36



$S'_c = 635.36 \text{ Psi}$

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO PATRON + 0.9%FN + 6.5%CM

#### 6. DRENAJE (Cd)

Calidad de Drenaje	% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de saturación			
	Menor a 1%	1% a 5%	5% a 25%	Mayor a 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
Regular	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Para el caso los materiales a ser usados tiene una calidad regular de drenaje y esta expuesto en un 5% durante un año normal de precipitaciones.

$$Cd = 0.90$$

#### 7. COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J).

Es la capacidad que tiene la losa de transmitir fuerzas cortantes a las losas adyacentes, lo que repercute en minimizar las deformaciones y los esfuerzos. Este concepto depende de los siguientes factores:

- Cantidad de Tráfico.
- Utilización de pasajuntas.
- Soporte lateral de las Losas.

$$J = 2.7$$

#### 8. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec).

Se denomina Módulo de elasticidad del concreto a la tracción, a la capacidad que obedece la ley de Hooke, es decir, la relación de la tensión unitaria a la deformación unitaria. Se determina por la Norma ASTM C469. Sin embargo en caso de no disponer de los ensayos experimentales para su cálculo existen varios criterios con los que pueda estimarse ya sea a partir del Módulo de Ruptura, o de la resistencia a la compresión a la que será diseñada la mezcla del concreto.

Las relaciones de mayor uso para su determinación son:

$$f_c = 369.8 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow f_c = 5259.364 \text{ psi}$$

$$E_c = 57000 \times (f_c)^{1/2} \text{ (En psi)}$$

$$E_c = 4,133,724.11 \text{ psi}$$



Ing. Tomas Emiliano Vera Oloya  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 183944 - Reg. Consultor C91933

$$Ec = 4,133,724.11 \text{ Psi}$$

#### 9. MODULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE (K)

Se han propuesto algunas correlaciones de "K" a partir de datos de CBR de diseño de la Sub Rasante, siendo una de las más aceptadas por AASHTO las expresiones siguientes:

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

$$K = 46.0 + 9.08(\text{Log CBR})^{0.74} \text{ Mpa/m} \rightarrow \text{CBR} > 10$$

$$\text{CBR sub rasante} = 11.00 \% \quad K = 56.82761681$$

Según estudio realizado Laboratorio de Mecánica de suelos

$$K = 207.4208013$$

#### 10. ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO

Según la formula General AASHTO:

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO PATRON + 0.9%FN + 6.5%CM

$$\log_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^{-7}}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pr) \times \log_{10}\left[215.63 \frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})}\right]$$

Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación I) Sea aproximadamente igual a (Ecuación II):

**D = 7.520 in**

$$\log_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.06 = 6.860 \dots \text{Ecuación I}$$

$$7.35 \times \log_{10}(D + 1) + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^{-7}}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \log_{10}\left[215.63 \frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})}\right] = 6.862 \dots \text{Ecuación II}$$

Espesor de la Losa de Concreto

**D = 19.10 Cm**

**ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO**

Losa de C° Hidráulico e= 19  
 Sub-Base Granular e= 15



Ing. Tomas Emiliano Vera Oloya  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 183544 - Reg. Consultor C91933

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO PATRON + 0.9%FN + 7.5%CM

### MÉTODO AASTHO -93

Es uno de los métodos mas utilizados y de mayor utilización a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos.

### FORMULACIÓN DE DISEÑO

La ecuación básica de diseño a la que llegó AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos, desde un desarrollo analítico, se encuentra plasmada también en monogramas de cálculo, éstos esencialmente basados en los resultados obtenidos de la prueba experimental de la carretera AASHTO. La ecuación de diseño para pavimentos rígidos modificada para la versión actual es la que a continuación se presenta:

### FORMULA GENERAL AASTHO

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times P_t) \times \text{Log}_{10}\left[215.63 \frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - 1.132)} \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{K}\right)^{0.25}}\right]$$

Donde:

D	= Espesor de la losa del pavimento en (in)
W18	= Tráfico (Número de ESAL's)
Zr	= Desviación Estándar Normal
So	= Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
APSI	= Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)
Po	= Serviciabilidad Inicial
Pt	= Serviciabilidad Final
S'c	= Módulo de Rotura del concreto en (psi).
Cd	= Coeficiente de Drenaje
J	= Coeficiente de Transferencia de Carga
Ec	= Módulo de Elasticidad de concreto
K	= Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (psi).



### VARIABLES DEL DISEÑO

#### ESPESOR (D).

El espesor de losa de concreto, es la variable "D" que pretendemos determinar al realizar un diseño de pavimento rígido. El resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que interviene en los cálculos. Es importante especificar lo que se diseña, ya que a partir de espesores regulares una pequeña variación puede significar una variación importante en la vida útil.

### 1.- ESTUDIO DE TRANSITO

#### 1.1.- Transito (demanda)

Probablemente, la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, pues, si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño geométrico, el número y el peso de los ejes de éstos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 ton de peso, con neumáticos con presión de 80 lb./pulg2.

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO PATRON + 0.9%FN + 7.5%CM

**Cálculo de tasas de crecimiento y la proyección**

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

$$T_n = T_o (1 + i)^{n-1}$$

Donde:

T<sub>n</sub> = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.

T<sub>o</sub> = Tránsito actual (año base o) en veh/día.

n = Años del período de diseño.

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico(\*) normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el período de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento.

**1.2.- Determinación del tránsito existente.**

El volumen existente en el tramo, considera el promedio diario anual del total de vehículos (ligeros y pesados) en ambos sentidos.

Para la obtención de la demanda de tránsito que circula en cada sub tramo en estudio, se requerirá como mínimo la siguiente información:

a. El tránsito promedio semanal (TPDS) mediante conteos de tránsito en cada sub tramo (incluyendo un sábado o un domingo) por un período consecutivo de 7 días (5 día de semana+Sábado+Domingo), como mínimo, de una semana que haya sido de circulación normal. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo. Así mismo en caso no hubiera información oficial, sobre pesos por eje, aplicable a la zona, se efectuara un censo de carga Vehicular durante 2 días consecutivos.

b. Número, tipo y peso de los ejes de los vehículos pesados.

c. Con los datos obtenidos, se definirá el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el periodo de diseño del pavimento.

**1.1. CALCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES ESAL'S(W18)**

ESAL's(W18) =	3,206,837.00
ESAL's(W18) =	3.21E+06

**2. CONFIABILIDAD:**

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. También se puede entender a la confiabilidad como un factor de seguridad, de ahí que su uso se debe al mejor de los criterios.

DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr)	
Confiabilidad R (%)	Desviac. Están. (Zr)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.036
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327



PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO PATRON + 0.9%FN + 7.5%CM

99.9	-3.090
99.99	-3.750

$$R (\%) = 80.00 \%$$

#### 2.1. DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr).

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

$$Z_r = -0.841$$

#### 2.2. ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (So):

AASHTO propone los siguientes valores para seleccionar la Variabilidad o Error Estándar Combinado So, cuyo valor recomendado es:

Para pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
En construcción nueva	0.35
En sobre capas	0.4

$$S_o = 0.350$$

#### 4. SERVICIABILIDAD ( $\Delta$ PSI):

La serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía. La medida primaria de la serviciabilidad es el Índice de Serviciabilidad Presente. El procedimiento de diseño AASHTO predice el porcentaje de pérdida de serviciabilidad ( $\Delta$  PSI) para varios niveles de tráfico y cargas de ejes.

Como el índice de serviciabilidad final de un pavimento es el valor más bajo de deterioro a que puede llegar el mismo, se sugiere que para carreteras de primer orden (de mayor tránsito) este valor sea de 2.5 y para vías menos importantes sea de 2.0, para el valor del índice de serviciabilidad inicial la AASTHO llegó a un valor de 4.5 para pavimentos de concreto y 4.2 para pavimentos de asfalto.

ÍNDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Entonces:

$$P_o = 4.5$$

$$P_t = 2.5$$

$$\Delta \text{ PSI} = P_o - P_t$$

$$\Delta \text{ PSI} = 2.00$$

#### 5. MÓDULO DE RUPTURA (S'c)

Es una propiedad del concreto que influye notablemente en el diseño de pavimentos rígidos de concreto. Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión, es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión (S'c) ó módulo de ruptura normalmente especificada a los 28 días

Estimacion a traves del resultado de laboratorio:

$$M_r = 41.33 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Convertir a PSI} = 587.85$$



$$S'_c = 587.85 \text{ Psi}$$

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO PATRON + 0.9%FN + 7.5%CM

#### 6. DRENAJE (Cd)

Calidad de Drenaje	% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de saturación			
	Menor a 1%	1% a 5%	5% a 25%	Mayor a 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
Regular	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Para el caso los materiales a ser usados tiene una calidad regular de drenaje y esta expuesto en un 5% durante un año normal de precipitaciones.

$$Cd = 0.90$$

#### 7. COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J).

Es la capacidad que tiene la losa de transmitir fuerzas cortantes a las losas adyacentes, lo que repercute en minimizar las deformaciones y los esfuerzos. Este concepto depende de los siguientes factores:

- Cantidad de Tráfico.
- Utilización de pasajuntas.
- Soporte lateral de las Losas.

$$J = 2.7$$

#### 8. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec).

Se denomina Módulo de elasticidad del concreto a la tracción, a la capacidad que obedece la ley de Hooke, es decir, la relación de la tensión unitaria a la deformación unitaria. Se determina por la Norma ASTM C469. Sin embargo en caso de no disponer de los ensayos experimentales para su cálculo existen varios criterios con los que pueda estimarse ya sea a partir del Módulo de Ruptura, o de la resistencia a la compresión a la que será diseñada la mezcla del concreto.

Las relaciones de mayor uso para su determinación son:

$$f_c = 299.9 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow f_c = 4265.58 \text{ psi}$$

$$E_c = 57000 \times (f_c)^{1/2} \text{ (En psi)}$$

$$E_c = 3,722,750.10 \text{ psi}$$

$$E_c = 3,722,750.10 \text{ Psi}$$



#### 9. MODULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE (K)

Se han propuestos algunas correlaciones de "K" a partir de datos de CBR de diseño de la Sub Rasante, siendo una de las más aceptadas por AASHTO las expresiones siguientes:

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

$$K = 46.0 + 9.08(\text{Log CBR})^{0.734} \text{ Mpa/m} \rightarrow \text{CBR} > 10$$

$$\text{CBR sub rasante} = 11.00 \% \quad K = 56.82761681$$

Según estudio realizado Laboratorio de Mecánica de suelos

$$K = 207.4208013$$

#### 10. ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO

Según la formula General AASHTO:

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO PATRON + 0.9%FN + 7.5%CM

$$\log_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^{-7}}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pr) \times \log_{10}\left[215.63 \frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})}\right]$$

Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación I) Sea aproximadamente igual a ( Ecuación II):

**D = 7.810 in**

$$\log_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.06 = 6.860 \dots \text{Ecuación I}$$

$$7.35 \times \log_{10}(D + 1) + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^{-7}}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pr) \times \log_{10}\left[215.63 \frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})}\right] = 6.859 \dots \text{Ecuación II}$$

Espesor de la Losa de Concreto

**D = 19.84 Cm**

**ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO**

Losa de C° Hidráulico e= 20  
 Sub-Base Granular e= 15



Ing. Tomas Emiliano Vera Oloya  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 183544 - Reg. Consultor C91933

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO PATRON + 0.9%FN + 8.5%CM

### MÉTODO AASTHO -93

Es uno de los métodos mas utilizados y de mayor utilización a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos.

### FORMULACIÓN DE DISEÑO

La ecuación básica de diseño a la que llegó AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos, desde un desarrollo analítico, se encuentra plasmada también en monogramas de cálculo, éstos esencialmente basados en los resultados obtenidos de la prueba experimental de la carretera AASHTO. La ecuación de diseño para pavimentos rígidos modificada para la versión actual es la que a continuación se presenta:

### FORMULA GENERAL AASTHO

$$\log_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \log_{10}\left[215.63 - \frac{S'c \times Cd \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/K)^{0.25}})}\right]$$

Donde:

D	= Espesor de la losa del pavimento en (in)
W18	= Tráfico (Número de ESAL's)
Zr	= Desviación Estándar Normal
So	= Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
APSI	= Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)
Po	= Serviciabilidad Inicial
Pt	= Serviciabilidad Final
S'c	= Módulo de Rotura del concreto en (psi).
Cd	= Coeficiente de Drenaje
J	= Coeficiente de Transferencia de Carga
Ec	= Módulo de Elasticidad de concreto
K	= Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (psi).



*[Firma]*

Ing. Tomas Emiliano Vera Olaya  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 183944 - Reg. Consultor C 91933

### VARIABLES DEL DISEÑO

#### ESPESOR (D).

El espesor de losa de concreto, es la variable "D" que pretendemos determinar al realizar un diseño de pavimento rígido. El resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que interviene en los cálculos. Es importante especificar lo que se diseña, ya que a partir de espesores regulares una pequeña variación puede significar una variación importante en la vida útil.

### 1.- ESTUDIO DE TRANSITO

#### 1.1.- Transito (demanda)

Probablemente, la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, pues, si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño geométrico, el número y el peso de los ejes de éstos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 ton de peso, con neumáticos con presión de 80 lb./pulg2.

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO PATRON + 0.9%FN + 8.5%CM

**Cálculo de tasas de crecimiento y la proyección**

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

$$T_n = T_o (1 + i)^{n-1}$$

Donde:

T<sub>n</sub> = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.

T<sub>o</sub> = Tránsito actual (año base o) en veh/día.

n = Años del período de diseño.

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico(\*) normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA ó TPD), requiere ser expresado en términos de Ejes Equivalentes acumulados para el período de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento.

**1.2.- Determinación del tránsito existente.**

El volumen existente en el tramo, considera el promedio diario anual del total de vehículos (ligeros y pesados) en ambos sentidos.

Para la obtención de la demanda de tránsito que circula en cada sub tramo en estudio, se requerirá como mínimo la siguiente información:

a. El tránsito promedio semanal (TPDS) mediante conteos de tránsito en cada sub tramo (incluyendo un sábado o un domingo) por un período consecutivo de 7 días (5 día de semana+Sábado+Domingo), como mínimo, de una semana que haya sido de circulación normal. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo. Así mismo en caso no hubiera información oficial, sobre pesos por eje, aplicable a la zona, se efectuara un censo de carga Vehicular durante 2 días consecutivos.

b. Número, tipo y peso de los ejes de los vehículos pesados.

c. Con los datos obtenidos, se definirá el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes (EE) para el periodo de diseño del pavimento.

**1.1. CALCULO DE LOS EJES EQUIVALENTES ESAL'S(W18)**

ESAL's(W18) =	3,206,837.00
ESAL's(W18) =	3.21E+06

**2. CONFIABILIDAD:**

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación. También se puede entender a la confiabilidad como un factor de seguridad, de ahí que su uso se debe al mejor de los criterios.

DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr)	
Confiabilidad R (%)	Desviac. Están. (Zr)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.036
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327



PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO PATRON + 0.9%FN + 8.5%CM

99.9	-3.090
99.99	-3.750

$$R (\%) = 80.00 \%$$

#### 2.1. DESVIACIÓN ESTÁNDAR (Zr).

Es función de los niveles seleccionados de confiabilidad.

$$Z_r = -0.841$$

#### 2.2. ERROR ESTÁNDAR COMBINADO (So):

AASHTO propone los siguientes valores para seleccionar la Variabilidad o Error Estándar Combinado So, cuyo valor recomendado es:

Para pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
En construcción nueva	0.35
En sobre capas	0.4

$$S_o = 0.350$$

#### 4. SERVICIABILIDAD ( $\Delta$ PSI):

La serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones) que circulan en la vía. La medida primaria de la serviciabilidad es el Índice de Serviciabilidad Presente. El procedimiento de diseño AASHTO predice el porcentaje de pérdida de serviciabilidad ( $\Delta$  PSI) para varios niveles de tráfico y cargas de ejes.

Como el índice de serviciabilidad final de un pavimento es el valor más bajo de deterioro a que puede llegar el mismo, se sugiere que para carreteras de primer orden (de mayor tránsito) este valor sea de 2.5 y para vías menos importantes sea de 2.0, para el valor del índice de serviciabilidad inicial la AASHTO llegó a un valor de 4.5 para pavimentos de concreto y 4.2 para pavimentos de asfalto.

ÍNDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Entonces:

$$P_o = 4.5$$

$$P_t = 2.5$$

$$\Delta \text{ PSI} = P_o - P_t$$

$$\Delta \text{ PSI} = 2.00$$

#### 5. MÓDULO DE RUPTURA (S'c)

Es una propiedad del concreto que influye notablemente en el diseño de pavimentos rígidos de concreto. Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión, es recomendable que su especificación de resistencia sea acorde con ello, por eso el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión (S'c) ó módulo de ruptura normalmente especificada a los 28 días

Estimacion a través del resultado de laboratorio:

$$M_r = 37.33 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Convertir a PSI} = 530.96$$



$$S'_c = 530.96 \text{ Psi}$$

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO PATRON + 0.9%FN + 8.5%CM

#### 6. DRENAJE (Cd)

Calidad de Drenaje	% de tiempo del año en que el pavimento está expuesto a niveles de saturación			
	Menor a 1%	1% a 5%	5% a 25%	Mayor a 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
Regular	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy pobre	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Para el caso los materiales a ser usados tiene una calidad regular de drenaje y esta expuesto en un 5% durante un año normal de precipitaciones.

$$Cd = 0.90$$

#### 7. COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J).

Es la capacidad que tiene la losa de transmitir fuerzas cortantes a las losas adyacentes, lo que repercute en minimizar las deformaciones y los esfuerzos. Este concepto depende de los siguientes factores:

- Cantidad de Tráfico.
- Utilización de pasajuntas.
- Soporte lateral de las Losas.

$$J = 2.7$$

#### 8. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO (Ec).

Se denomina Módulo de elasticidad del concreto a la tracción, a la capacidad que obedece la ley de Hooke, es decir, la relación de la tensión unitaria a la deformación unitaria. Se determina por la Norma ASTM C469. Sin embargo en caso de no disponer de los ensayos experimentales para su cálculo existen varios criterios con los que pueda estimarse ya sea a partir del Módulo de Ruptura, o de la resistencia a la compresión a la que será diseñada la mezcla del concreto.

Las relaciones de mayor uso para su determinación son:

$f_c$  (debe estar en psi)

$$f_c = 287.5 \text{ K/cm}^2 \rightarrow f_c = 4089.21 \text{ psi}$$

$$E_c = 57000 \times (f_c)^{1/2} \text{ (En psi)}$$

$$E_c = 3,644,975.19 \text{ psi}$$

$$E_c = 3,644,975.19 \text{ Psi}$$

#### 9. MODULO DE REACCIÓN DE LA SUB RASANTE (K)

Se han propuesto algunas correlaciones de "K" a partir de datos de CBR de diseño de la Sub Rasante, siendo una de las más aceptadas por AASHTO las expresiones siguientes:

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

$$K = 46.0 + 9.08(\text{Log CBR})^{1.434} \text{ Mpa/m} \rightarrow \text{CBR} > 10$$

$$\text{CBR sub rasante} = 11.00 \% \quad K = 56.82761681$$

Según estudio realizado Laboratorio de Mecánica de suelos

$$K = 207.4208013$$

#### 10. ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO

Según la fórmula General AASHTO:

  
  
**Ing. Tomas Emiliano Vera Oloya**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 183944 - Reg. Consultor C91933

PROYECTO:	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023.
ALUMNO	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS
MUESTRA	CONCRETO PATRON + 0.9%FN + 8.5%CM

$$\log_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^{-7}}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pr) \times \log_{10}\left[215.63 \frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})}\right]$$

Haciendo tanteos de espesor hasta que (Ecuación I) Sea aproximadamente igual a (Ecuación II):

**D = 8.290 in**

$$\log_{10}(W18) - Z_r \times S_o + 0.06 = 6.860 \dots \text{Ecuación I}$$

$$7.35 \times \log_{10}(D + 1) + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^{-7}}{(D + 1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times Pt) \times \log_{10}\left[215.63 \frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}})}\right] = 6.860 \dots \text{Ecuación II}$$

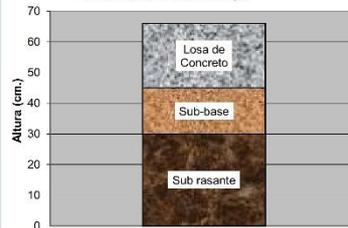
Espesor de la Losa de Concreto

**D = 21.06 Cm**

**ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO**

Losa de C° Hidráulico	e=	21
Sub-Base Granular	e=	15

Distribución en altura de las Capas



*Ing. Tomas Emiliano Vera Olaya*

**Ing. Tomas Emiliano Vera Olaya**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 183944 - Reg. Consultor C 91933

PROYECTO :	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023
ALUMNO :	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS

**Cuadro de costos por 1m3 de concreto f'c=280 kg/cm2 sin adiciones**

Material	Cantidad	Cantidad equivalente	P.U.	Precio parcial
Cemento	480 kg/m3	11.3 bls	S/. 30.00	S/. 339.00
Agregado fino	821 kg/m3	0.311 m3	S/. 60.00	S/. 18.66
Agregado grueso	781 kg/m3	0.295 m3	S/. 70.00	S/. 20.65
Agua	212 lt/m3	0.212 m3	S/. 3.50	S/. 0.74
Costo total para 1 m3 de concreto en soles				S/. 379.05

**Cuadro de costos por 1m3 de concreto f'c=280 kg/cm2 con adición al 0.9%FN**

Material	Cantidad	Cantidad equivalente	P.U.	Precio parcial
Cemento	480 kg/m3	11.3 bls	S/. 30.00	S/. 339.00
Fibra natural (pelo de perro)	4.321 kg/m3	4.321 kg	S/. 0.50	S/. 2.16
Agregado fino	821 kg/m3	0.311 m3	S/. 60.00	S/. 18.66
Agregado grueso	781 kg/m3	0.295 m3	S/. 70.00	S/. 20.65
Agua	212 lt/m3	0.212 m3	S/. 3.50	S/. 0.74
Costo total para 1 m3 de concreto en soles				S/. 381.21

**Cuadro de costos por 1m3 de concreto f'c=280 kg/cm2 con adición al 0.9%FN + 6.5%CM**

Material	Cantidad	Cantidad equivalente	P.U.	Precio parcial
Cemento	480 kg/m3	11.3 bls	S/. 30.00	S/. 339.00
Fibra natural (pelo de perro)	4.321 kg/m3	4.321 kg	S/. 0.05	S/. 0.22
Ceniza de madera	31.20 kg/m3	31.20 kg	S/. 0.10	S/. 3.12
Agregado fino	821 kg/m3	0.311 m3	S/. 60.00	S/. 18.66
Agregado grueso	781 kg/m3	0.295 m3	S/. 70.00	S/. 20.65
Agua	212 lt/m3	0.212 m3	S/. 3.50	S/. 0.74
Costo total para 1 m3 de concreto en soles				S/. 382.39

  
**Ing. Tomas Emiliano Vera Olaya**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 183944 - Reg. Consultor C91933

PROYECTO :	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO ADICIONANDO CENIZA DE MADERA Y FIBRA NATURAL EN EL CONCRETO 280 KG/CM2, AVENIDA SOL, SAN MARTIN PORRES, LIMA 2023
ALUMNO :	PIERO BRYANN CHAUCA HOYOS

**Cuadro de costos por 1m3 de concreto f'c=280 kg/cm2 con adición al 0.9%FN + 7.5%CM**

Material	Cantidad	Cantidad equivalente	P.U.	Precio parcial
Cemento	480 kg/m3	11.3 bls	S/. 30.00	S/. 339.00
Fibra natural (pelo de perro)	4.321 kg/m3	4.321 kg	S/. 0.05	S/. 0.22
Ceniza de madera	36.01 kg/m3	36.01 kg	S/. 0.10	S/. 3.60
Agregado fino	821 kg/m3	0.311 m3	S/. 60.00	S/. 18.66
Agregado grueso	781 kg/m3	0.295 m3	S/. 70.00	S/. 20.65
Agua	212 lt/m3	0.212 m3	S/. 3.50	S/. 0.74
Costo total para 1 m3 de concreto en soles				S/. 382.87

**Cuadro de costos por 1m3 de concreto f'c=280 kg/cm2 con adición al 0.9%FN + 8.5%CM**

Material	Cantidad	Cantidad equivalente	P.U.	Precio parcial
Cemento	480 kg/m3	11.3 bls	S/. 30.00	S/. 339.00
Fibra natural (pelo de perro)	4.321 kg/m3	4.321 kg	S/. 0.05	S/. 0.22
Ceniza de madera	40.81 kg/m3	40.81 kg	S/. 0.10	S/. 4.08
Agregado fino	821 kg/m3	0.311 m3	S/. 60.00	S/. 18.66
Agregado grueso	781 kg/m3	0.295 m3	S/. 70.00	S/. 20.65
Agua	212 lt/m3	0.212 m3	S/. 3.50	S/. 0.74
Costo total para 1 m3 de concreto en soles				S/. 383.35

AREA DE PAVIMENTO APROXIMADO = 2250 m2  
PARA CALCULO

Tipo de concreto	Ancho de calzada (m)	Largo de calzada (m)	Espesor de calzada (m)	Volumen (m3)	P.U.	Costo
Patrón (f'c=280 kg/cm2)	4.5	500	0.20	450.00	S/. 379.05	S/. 170,573.40
M+0.9 % FN	4.5	500	0.22	495.00	S/. 381.21	S/. 188,700.19
M+0.9 % FN + 6.5 % CM	4.5	500	0.19	427.50	S/. 382.39	S/. 163,470.89
M+0.9 % FN + 7.5 % CM	4.5	500	0.20	450.00	S/. 382.87	S/. 172,291.07
M+0.9 % FN + 8.5 % CM	4.5	500	0.21	472.50	S/. 383.35	S/. 181,132.43



**Ing. Tomas Emiliano Vera Oloya**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 183944 - Reg. Consultor C91933

# Anexo 9. Certificados de laboratorio de los ensayos

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JVG SAC

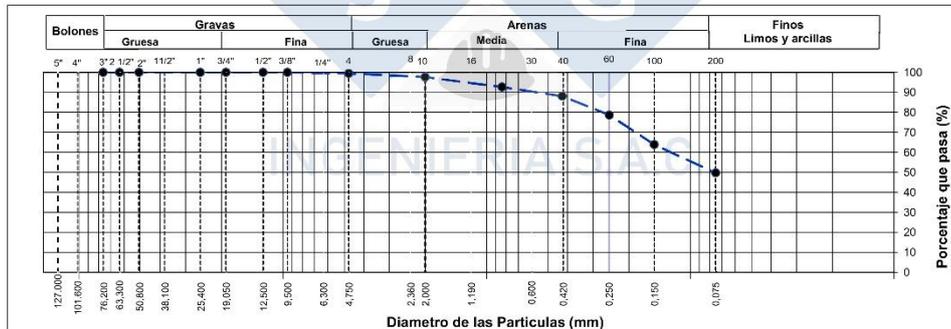
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D6913 / MTC E - 204

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de Laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Piero Chauca Hoyos
<b>PROYECTO</b>	: "Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> , avenida sol, san martin porres, lima 2023"
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito de San Martín de Porres.
<b>CALICATA</b>	: C-1
<b>MUESTRA</b>	: M-1
<b>COORDENADAS</b>	: ---
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.10 - 1.50

Fecha de ensayo: 12/09/2023

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA						
5"	127,000	100,0		<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b> Contenido Humedad (%) 4,2 <b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b> Limite Líquido (LL) N.P Limite Plástico (LP) N.P Índice Plástico (IP) N.P <table border="1"> <tr> <td><b>Grava (%)</b></td> <td><b>Arena (%)</b></td> <td><b>Finos (%)</b></td> </tr> <tr> <td>0,5</td> <td>49,8</td> <td>49,7</td> </tr> </table> <b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b> Clasificación SUCS (ASTM D2487) SM Clasificación AASHTO (D3282) A-4 ( 3 ) Nombre del Grupo Arena limosa <b>INDICACIONES:</b> El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C.	<b>Grava (%)</b>	<b>Arena (%)</b>	<b>Finos (%)</b>	0,5	49,8	49,7
<b>Grava (%)</b>	<b>Arena (%)</b>	<b>Finos (%)</b>								
0,5	49,8	49,7								
4"	101,600	100,0								
3"	76,200	100,0								
2 1/2"	63,300	100,0								
2"	50,800	100,0								
1 1/2"	38,100	100,0								
1"	25,400	100,0								
3/4"	19,000	100,0								
1/2"	12,500	100,0								
3/8"	9,500	100,0								
Nº 4	4,750	99,5								
Nº 10	2,000	97,6								
Nº 20	0,840	92,7								
Nº 40	0,425	88,1								
Nº 60	0,250	78,7								
Nº 100	0,150	63,9								
Nº 200	0,075	49,7								

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**

- \* El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC

**JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC**

<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b></p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM- JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante</p>	<p><b>REVISADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p>  <p><b>JVG INGENIERIA &amp; GEOTECNIA SAC</b> Ensayos y Proyectos Eimar Moyón Chuaman INGENIERO CIVIL CIP Nº 210906</p>	<p><b>AUTORIZADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p>  <p><b>JVG INGENIERIA &amp; GEOTECNIA SAC</b> Ensayos y Proyectos - Asfalto Control de calidad</p>
--	--	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JVG SAC

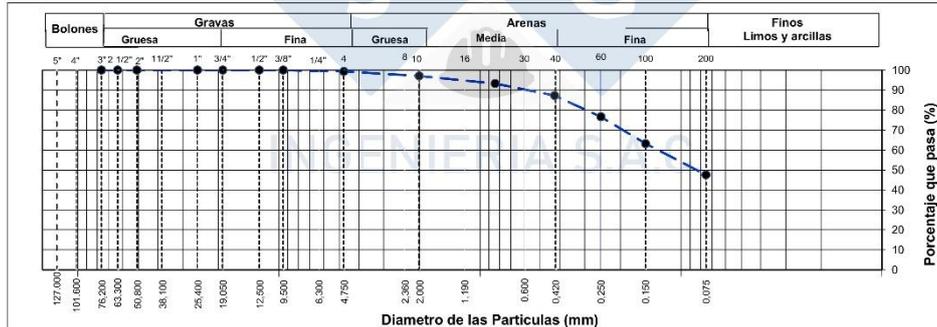
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D6913 / MTC E - 204

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de Laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Piero Chauca Hoyos
<b>PROYECTO</b>	: "Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> , avenida sol, san martin porres, lima 2023"
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito de San Martín de Porres.
<b>CALICATA</b>	: C-2
<b>MUESTRA</b>	: M-1
<b>COORDENADAS</b>	: ---
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.10 - 1.50

Fecha de ensayo: 12/09/2023

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127,000	100.0		<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b> Contenido Humedad (%) 5,2  <b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b> Límite Líquido (LL) N.P Límite Plástico (LP) N.P Índice Plástico (IP) N.P Grava (%) 0,6      Arena (%) 51,8      Finos (%) 47,6  <b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b> Clasificación SUCS (ASTM D2487) SM Clasificación AASHTO (D3282) A-4 ( 3 )  Nombre del Grupo Arena limosa  <b>INDICACIONES:</b> El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C.
4"	101,600	100.0		
3"	76,200	100.0		
2 1/2"	63,300	100.0		
2"	50,800	100.0		
1 1/2"	38,100	100.0		
1"	25,400	100.0		
3/4"	19,000	100.0		
1/2"	12,500	100.0		
3/8"	9,500	100.0		
Nº 4	4,750	99.4		
Nº 10	2,000	97.1		
Nº 20	0,840	93.3		
Nº 40	0,425	87.3		
Nº 60	0,250	76.6		
Nº 100	0,150	63.2		
Nº 200	0,075	47.6		

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**

- \* El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC

**JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC**

**AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:**

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  
Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  
La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante

**REVISADO POR**

Nombre y firma:

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC  
Estructuras y Proyectos  
*[Firma]*  
Elmer Moreno Huaman  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 21090R

**AUTORIZADO POR**

Nombre y firma:

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA S.A.C.  
Control de calidad  
*[Firma]*

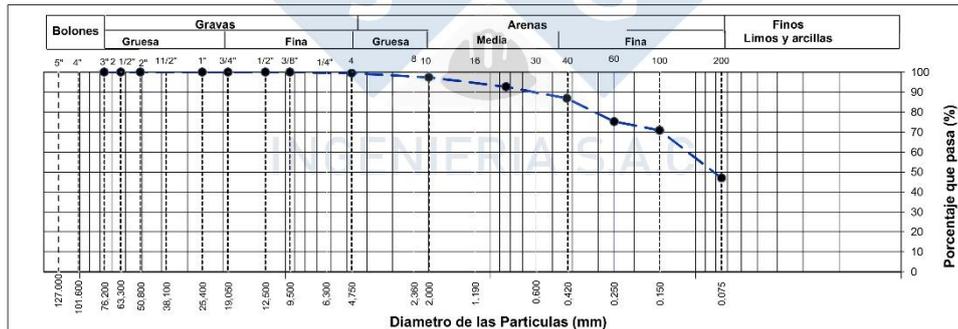
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JVG SAC

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D6913 / MTC E - 204

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de Laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Piero Chauca Hoyos
<b>PROYECTO</b>	: "Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> , avenida sol, san martin porres, lima 2023"
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito de San Martín de Porres.
<b>CALICATA</b>	: C-3
<b>MUESTRA</b>	: M-1
<b>COORDENADAS</b>	: ---
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0,20 - 1,50

Fecha de ensayo: 12/09/2023

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127,000	100,0	CURVA GRANULOMETRICA	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b> Contenido Humedad (%) 5,4  <b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b> Límite Líquido (LL) N.P Límite Plástico (LP) N.P Índice Plástico (IP) N.P Grava (%) 0,5    Arena (%) 52,5    Finos (%) 47,0  <b>CLASIFICACION DE SUELOS</b> Clasificación SUCS (ASTM D2487) SM Clasificación AASHTO (D3282) A-4 ( 3 )  Nombre del Grupo Arena limosa  <b>INDICACIONES:</b> El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C.
4"	101,600	100,0		
3"	76,200	100,0		
2 1/2"	63,300	100,0		
2"	50,800	100,0		
1 1/2"	38,100	100,0		
1"	25,400	100,0		
3/4"	19,000	100,0		
1/2"	12,500	100,0		
3/8"	9,500	100,0		
Nº 4	4,750	99,5		
Nº 10	2,000	97,4		
Nº 20	0,840	92,7		
Nº 40	0,425	86,9		
Nº 60	0,250	75,3		
Nº 100	0,150	70,9		
Nº 200	0,075	47,0		



**OBSERVACIONES:**

- \* El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC

<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante	<b>REVISADO POR</b> Nombre y firma:  Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL CIP Nº 2119116	<b>AUTORIZADO POR</b> Nombre y firma:  JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC Sello de Control de Calidad
	Sello de Control de Calidad	

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR	Código	FOR-LAB-MS-009
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	17/02/2018

PROYECTO	: "Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> , avenida sol, san martin porras, lima 2023"		
SOLICITANTE	: Piero Chauca Hoyos.		
CÓDIGO	: ---		
UBICACIÓN	: Distrito de San Martín de Porres.		
REGISTRO N°	: ---		
Procedencia	: ---	Muestreado por:	G Castillo
Muestra	: M-1	Ensayado por:	J Gutierrez
Capa	: ---	Fecha de ensayo:	16/09/2023

**CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)  
ASTM D1883**

**A) Ensayo preliminar de Compactación:**  
(Ensayo Proctor Modificado ASTM D-1557)

Método: : C  
Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>): : 1,932  
Óptimo Contenido de Humedad (%): : 8,10

**B) Contenido de Humedad:**  
(Ensayo de Contenido de Humedad ASTM D-2216)

Condición de la muestra	INICIO	FIN	INICIO	FIN	INICIO	FIN
Peso de suelo seco (gr.)	393,9	-	345,3	-	369,1	-
Peso de agua (gr.)	32,3	-	28,3	-	29,9	-
Humedad (%)	8,2	-	8,2	-	8,1	-

**C) Compactación de Moldes:**

Molde N°	Molde N° 10	Molde N° 11	Molde N° 12
Número de capas	7	5	5
Número de golpes	56	25	12
Condición de la muestra	Sumergida	Sumergida	Sumergida
Humedad (%)	8,20	8,20	8,10
Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	1,93	1,81	1,70

**D) Cuadro CBR para 0.1 y 0.2 pulgadas de penetración:**

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm <sup>2</sup> )	Molde N° 10				Molde N° 11				Molde N° 12			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	CBR %	kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	CBR %	kg.	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025	29	1,5			16	0,8			9	0,4			
0.050	118	6,0			65	3,3			35	1,8			
0.075	207	10,5			114	5,8			63	3,2			
0.100	70,307	260	13,2	13,0	18,5	144	7,3	7,0	10,0	79	4,0	4,0	5,7
0.150		388	19,6			215	10,9			117	5,9		
0.200	105,460	530	26,9	26,3	24,9	296	15,0	15,0	14,2	158	8,0	7,6	7,2
0.300		780	39,6			437	22,2			238	12,1		
0.400		1050	53,3			587	29,8			319	16,2		
0.500		1366	69,4			799	38,6			414	21,0		

**E) Proceso de expansión o hinchamiento:** No presenta

Fecha	Hora	Tiempo Hr.	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**NOTAS DEL ENSAYO**

- El suelo corresponde a una clasificación: SM.
- El porcentaje retenido por el tamiz 3/4" es de 0 %.
- No hay reemplazo de material para el porcentaje retenido en el tamiz 3/4".
- Antes de la penetración, la condición de muestra es sumergida.
- Los materiales se sumergieron durante 96 horas.
- Para la preparación y compactación de la muestra se utilizó el método indicado en ASTM D-1157.
- No se calculó la expansión del material por considerarse estos efectos despreciables.

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG SAC.

<b>JVG INGENIERIA &amp; GEOTECNIA SAC</b>		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Elmer Mojica INGENIERO CIVIL CIP N° 71040K	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  JVG Ingenieros Oficina de Calidad

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR</b>	Código	FOR-LAB-MS-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	01/06/2018

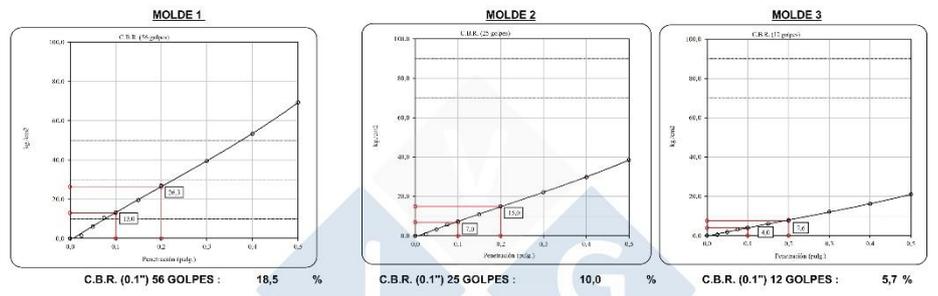
<b>PROYECTO</b>	: "Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> , avenida sol, san martin porres, lima 2023".		
<b>SOLICITANTE</b>	: Piero Chauca Hoyos		
<b>CÓDIGO</b>	: ---		
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito de San Martín de Porres.		
<b>REGISTRO N°</b>	: ---		
<b>Procedencia</b>	: ---		<b>Muestrado por:</b> G.Castillo
<b>Muestra</b>	: M-1		<b>Ensayado por:</b> J.Gutierrez
<b>Capa</b>	: ---		<b>Fecha de ensayo:</b> 16/09/2023

**CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)  
ASTM D1883**

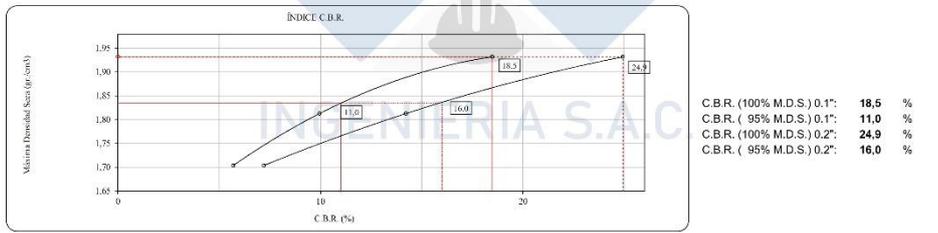
**Ensayo de Próctor Modificado - Método C**

Máxima Densidad Seca	1,932 gr./cm <sup>3</sup>	Optimo Contenido de Humedad	8,10 %
Máxima Densidad Seca al 95%	1,835 gr./cm <sup>3</sup>	Clasificación de suelos	SM

**Curvas de Esfuerzo vs. Penetración**



**DETERMINACIÓN DE C.B.R.**



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal JVG SAC.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG SAC.

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante	<b>REVISADO POR</b> Nombre y firma:  <b>Eimar Moreno Huaman</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 210286	<b>AUTORIZADO POR</b> Nombre y firma:  JVG INGENIEROS & GEOTECNIA S.A.C. Oficina de Control de Calidad

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVGSAC
		Fecha	01/06/2018

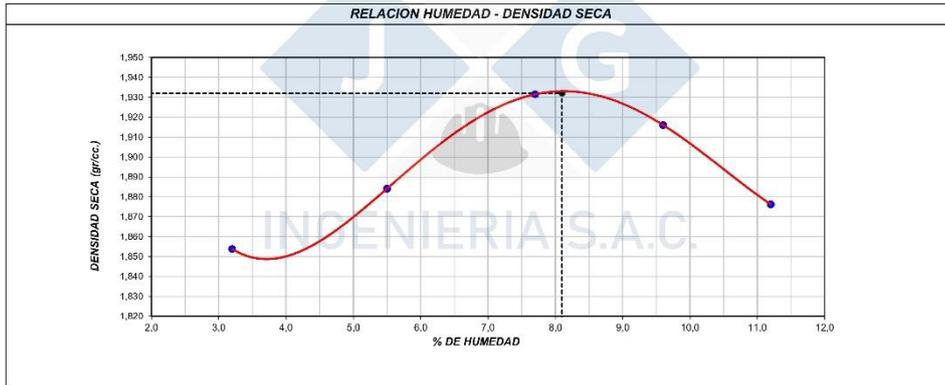
PROYECTO	: "Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm2, avenida sol, san martin porres, lima 2023"		
SOLICITANTE	: Piero Chauca Hoyos		
CÓDIGO	: ---		
UBICACIÓN	: Distrito de San Martín de Porres.		
REGISTRO N°	: ---		
Procedencia	: ---	Muestreado por:	G. Castillo
Muestra	: M-1	Ensayado por:	J. Gutierrez
Capa	: ---	Fecha de ensayo:	12/09/2023

**Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2,700 kN-m/m<sup>3</sup>))**  
**(Ensayo de compactación - Proctor Modificado)**

Método de Ensayo	C
Tamiz límite	3/4 "
Método de preparación	Muestra Húmeda
Tipo de apisonador	Manual
Volumen Molde	2119 cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6790 gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Densidad Húmeda	gr/cm <sup>3</sup>	1,913	1,988	2,080	2,100	2,086
Contenido de agua	%	3,2	5,5	7,7	9,6	11,2
Densidad Seca	gr/cm <sup>3</sup>	1,854	1,884	1,932	1,916	1,876

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	<b>1,932</b> gr/cm <sup>3</sup> .	<b>Contenido Humedad Óptima:</b>	<b>8,10</b> %
------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	---------------



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el personal JVG SAC
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG SAC.

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC		
<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b></p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante</p>	<p><b>REVISADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;">                       JVG INGENIERIA &amp; GEOTECNIA SAC                      Estudios y Proyectos                      Elmer Moreno Huaman                      INGENIERO CIVIL                      CIP N° 210996                 </p>	<p><b>AUTORIZADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;">                       JVG INGENIERIA &amp; GEOTECNIA SAC                      Estudios y Proyectos                      Comité de Calidad                 </p>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b> <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO</b>	Código	FOR-LTC-AG-002
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JVG SAC.
		Fecha	25/02/2020
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> ASTM C136			

<b>PROYECTO</b> : "Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm2, avenida sol, san martin porres, lima 2023"	
<b>SOLICITANTE</b> : Piero Chauca Hoyos	
<b>CÓDIGO</b> : ---	
<b>UBICACIÓN</b> : Distrito de san Martin de Porres	
<b>REGISTRO N°</b> : ---	
<b>Cantera</b> : Trapiche	<b>Muestreado por:</b> CJRT
<b>Material</b> : Agregado fino	<b>Ensayado por:</b> CJRT
<b>N° Muestra</b> : ---	<b>Fecha de ensayo:</b> 18/09/2023

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO FINO**  
ASTM C136

**A) CONDICIONES DE ENSAYO:**

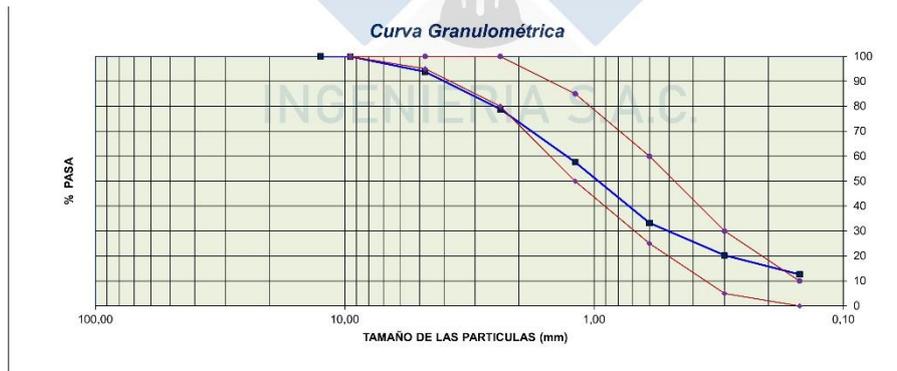
**Método de preparación de muestra** : Seco a horno  
**Método de tamizado** : Manual

**B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:**

**Peso inicial húmedo** : 739,3 gr.      **Contenido de Humedad** : 3,4 %  
**Peso inicial seco** : 714,9 gr.      **Tamaño máx. nominal** : 3/8"  
**Módulo de finura** : 3,04

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa		
1/2"	12,50	0,3	0,0	0,0	100,00		
3/8"	9,50	0,4	0,1	0,1	99,94	100	100
N° 04	4,76	43,5	6,1	6,2	93,84	95	100
N° 08	2,38	107,2	15,0	21,2	78,84	80	100
N° 16	1,19	151,5	21,2	42,4	57,64	50	85
N° 30	0,60	174,5	24,4	66,8	33,24	25	60
N° 50	0,30	93,2	13,0	79,8	20,24	5	30
N° 100	0,15	54,0	7,6	87,4	12,64	0	10
FONDO		90,4	12,6	100,0	0,0		

**C) CURVA GRANULOMÉTRICA:**



**OBSERVACIONES:**  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG SAC.

<b>JVG INGENIERIA &amp; GEOTECNIA SAC</b>		
<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p><b>REVISADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p>  <b>Elmer Moreno Huaman</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 2119868	<p><b>AUTORIZADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p>  <b>JVG INGENIERIA &amp; GEOTECNIA S.A.C.</b> Servicio de Control de Calidad

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b> <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO</b>	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JVG SAC.
		Fecha	21/02/2020
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> ASTM C136			

<b>PROYECTO</b>	: "Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> , avenida sol, san martin porres, lima 2023"		
<b>SOLICITANTE</b>	: Piero Chauca Hoyos		
<b>CÓDIGO</b>	: ---		
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito de san Martin de Porres		
<b>REGISTRO N°</b>	: ---		
<b>Cantera</b>	: Tropiche	<b>Muestreado por:</b>	CJRT
<b>Material</b>	: Agregado Grueso	<b>Ensayado por:</b>	CJRT
<b>N° Muestra</b>	: ---	<b>Fecha de ensayo:</b>	18/09/2023

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO GRUESO**  
ASTM C136

**A) CONDICIONES DE ENSAYO:**

**Método de preparación de muestra** : Seco a horno  
**Método de tamizado** : Manual

**B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:**

**Peso inicial húmedo** : 2237,1 gr.      **Contenido de Humedad** : 0,30 %  
**Peso inicial seco** : 2230,4 gr.      **Tamaño máximo nominal** : 1/2"  
**Módulo de finura** : 6,64

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso #67	
2"	50,00	0,0	0,0	0,0	100,0		
1 1/2"	37,50	0,0	0,0	0,0	100,0		
1"	24,50	0,0	0,0	0,0	100,0	100	100
3/4"	19,05	0,0	0,0	0,0	100,0	90	100
1/2"	12,50	782,0	35,1	35,1	64,9		
3/8"	9,53	723,4	32,4	67,5	32,5	20	55
N° 04	4,76	696,4	31,2	98,7	1,3	0	10
N° 08	2,38	5,2	0,2	98,9	1,1	0	5
N° 16	1,18	0,0	0,0	98,9	1,1		
FONDO		23,4	1,0	99,9	0,1		

**C) CURVA GRANULOMÉTRICA:**



**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG SAC.

<b>JVG INGENIERIA &amp; GEOTECNIA SAC</b>		
<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b></p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante</p>	<p><b>REVISADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;">   <b>Elmer Moreno Huaman</b>                  INGENIERO CIVIL                  CIP N° 210506             </p>	<p><b>AUTORIZADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;">                   Control de calidad             </p>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN</b>	Código	FOR-LTC-AG-005
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JVG SAC.
		Fecha	10/03/2020
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> ASTM C128			
<b>PROYECTO</b> : *Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm2, avenida sol, san martin porres, lima 2023* <b>SOLICITANTE</b> : Piero Chauca Hoyos <b>CÓDIGO</b> : --- <b>UBICACIÓN</b> : Distrito de San Martín de Porres. <b>REGISTRO N°</b> : --- <b>Cantera</b> : Trapiche <span style="float: right;"><b>Muestreado por:</b> CJRT</span> <b>Material</b> : Agregado fino <span style="float: right;"><b>Ensayado por:</b> CJRT</span> <b>N° Muestra</b> : --- <span style="float: right;"><b>Fecha de ensayo:</b> 19/09/2023</span>			
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS FINOS</b> ASTM C128			

**A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:**

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de Muestra Seca	gr	493,39	493,74
2	Peso de fiola + Agua	gr	635,17	669,18
3	Peso de Fiola + Muestra SSS + Agua	gr	948,28	982,86
4	Peso de Muestra SSS	gr	500,00	500,00
8)	Peso Específico de la Masa (SSS )	gr/cc	2,68	2,68
9)	Peso Específico de la Masa (OD)	gr/cc	2,64	2,65
10)	Peso Específico de la Masa (Aparente)	gr/cc	2,74	2,74
11)	Absorción	%	1,3	1,3

**B) PESO ESPECÍFICO:**

PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S	gr/cc	<b>2,68</b>
PESO ESPECÍFICO DE MASA HORNO SECO	gr/cc	<b>2,64</b>
PESO ESPECÍFICO DE MASA APARENTE	gr/cc	<b>2,74</b>

**C) ABSORCIÓN DE AGUA:**

ABSORCIÓN (%)	<b>1,3</b>
---------------	------------

INGENIERIA S.A.C.

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG SAC.

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante	<b>REVISADO POR</b>  Nombre y firma:   Erika Moreno Huaman INGENIERO CIVIL N° 211906	<b>AUTORIZADO POR</b>  Nombre y firma:   JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC Sistema Control de Calidad Control de calidad

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN</b>	Código	FOR-LTC-AG-004
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JVG SAC.
		Fecha	10/03/2020
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> ASTM C127			

<b>PROYECTO</b>	: "Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm2, avenida sol, san martin porres, lima 2023"		
<b>SOLICITANTE</b>	: Piero Chauca Hoyos		
<b>CÓDIGO</b>	: --		
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito de San Martín de Porres		
<b>REGISTRO N°</b>	: ---		
<b>Cantera</b>	: Trapiche	<b>Muestreado por:</b>	C.JRT
<b>Material</b>	: Agregado grueso	<b>Ensayado por:</b>	C.JRT
<b>N° Muestra</b>	: ---	<b>Fecha de ensayo:</b>	19/09/2023

<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS GRUESOS</b> ASTM C127
--

**A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:**

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	gr	1611,00	1621,00
2	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca	gr	2580,00	2596,00
3	Peso de la Muestra Seca	gr	2565,00	2581,00
4	Peso específico de Masa (SSS)	gr/cc	2,66	2,66
5	Peso específico de Masa (OD)	gr/cc	2,65	2,65
6	Peso específico de Masa (Aparente)	gr/cc	2,69	2,69
7	Absorción	%	0,6	0,6

**B) GRAVEDAD ESPECÍFICA:**

PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S	gr/cc	2,66
PESO ESPECÍFICO DE MASA AL HORNO SECO	gr/cc	2,65
PESO ESPECÍFICO DE MASA APARENTE	gr/cc	2,69

**C) ABSORCIÓN DE AGUA:**

ABSORCIÓN (%)	0,6
---------------	-----

INGENIERIA S.A.C.

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG SAC.

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante	<b>REVISADO POR</b>  Nombre y firma:   Elinor Moreno Huaman INGENIERO CIVIL CIP N° 210906	<b>AUTORIZADO POR</b>  Nombre y firma:   JVG INGENIEROS & GEOTECNIA S.A.C. SUIJO, CONCRETO-ASTILLO CONTROL DE CALIDAD

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO PARA AGREGADOS	Código	FOR-LTC-AG-003
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JVG SAC.
		Fecha	22/02/2020
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> ASTM C29			

<b>PROYECTO</b>	: "Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> , avenida sol, san martin porres, lima 2023"		
<b>SOLICITANTE</b>	: Piero Chauca Hoyos		
<b>CÓDIGO</b>	: ---		
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito de san Martin de Porres		
<b>REGISTRO N°</b>	: ---		
<b>Cantera</b>	: Trapiche	<b>Muestreado por:</b>	C.JRT
<b>Material</b>	: Agregado fino	<b>Ensayado por:</b>	C.JRT
<b>N° Muestra</b>	: ---	<b>Fecha de ensayo:</b>	19/09/2023

**PESO UNITARIO PARA AGREGADOS**  
ASTM C29

**A) PESO UNITARIO COMPACTADO:**

**Método utilizado** Método A (PUC, TMN<1 /2")  
**Recipiente utilizado** R1 (Pequeño)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	6,28	6,25	6,28
2	Peso del Recipiente	kg	1,63	1,63	1,63
3	Peso de la Muestra	kg	4,76	4,74	4,73
4	Volumen del Molde	m <sup>3</sup>	0,00281	0,00281	0,00281
5	Peso Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup>	1694,55	1687,43	1683,87
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m<sup>3</sup>)</b>		<b>1689</b>			

**B) PESO UNITARIO SUELTO:**

**Método utilizado** Método C (PUS)  
**Recipiente utilizado** R1 (Pequeño)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	5,83	5,88	5,94
2	Peso del Recipiente	kg	1,63	1,63	1,63
3	Peso de la Muestra	kg	4,08	4,08	4,09
4	Volumen del Molde	cm <sup>3</sup>	0,00281	0,00281	0,00281
5	Peso Unitario Compactado	gr/cm <sup>3</sup>	1452,47	1452,47	1456,03
<b>PESO UNITARIO SUELTO (kg/m<sup>3</sup>)</b>		<b>1454</b>			

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG SAC.

<b>JVG INGENIERIA &amp; GEOTECNIA SAC</b>		
<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante</p>	<p style="text-align: center;"><b>REVISADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;">                       Elinor Moyano Huaman                      INGENIERO CIVIL                      CIP N° 71898A                 </p>	<p style="text-align: center;"><b>AUTORIZADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;">                       JVG INGENIERIA &amp; GEOTECNIA SAC                      Servicio Control de Calidad                 </p>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO PARA AGREGADOS	Código	FOR-LTC-AG-003
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JVG SAC.
		Fecha	22/02/2020
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> ASTM C29			

<b>PROYECTO</b>	: "Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> , avenida sol, san martin porres, lima 2023"		
<b>SOLICITANTE</b>	: Piero Chauca Hoyos		
<b>CÓDIGO</b>	: ---		
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito de San Martin de Porres		
<b>REGISTRO N°</b>	: ---		
<b>Cantera</b>	: Trapiche	<b>Muestreado por:</b>	C.JRT
<b>Material</b>	: Agregado grueso	<b>Ensayado por:</b>	C.JRT
<b>N° Muestra</b>	: ---	<b>Fecha de ensayo:</b>	19/09/2023

**PESO UNITARIO PARA AGREGADOS**  
ASTM C29

**A) PESO UNITARIO COMPACTADO:**

**Método utilizado** Método A (PUC, TMN<1 /2")  
**Recipiente utilizado** R2 (Mediano)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	20,05	20,09	20,10
2	Peso del Recipiente	kg	6,37	6,37	6,37
3	Peso de la Muestra	kg	13,63	13,63	13,64
4	Volumen del Molde	m <sup>3</sup>	0,00927	0,00927	0,00927
5	Peso Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup>	1469,32	1469,32	1470,40
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m<sup>3</sup>)</b>			<b>1470</b>		

**B) PESO UNITARIO SUELTO:**

**Método utilizado** Método C (PUS)  
**Recipiente utilizado** R2 (Mediano)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	18,58	18,59	18,58
2	Peso del Recipiente	kg	6,37	6,37	6,37
3	Peso de la Muestra	kg	12,08	12,09	12,10
4	Volumen del Molde	cm <sup>3</sup>	0,00927	0,00927	0,00927
5	Peso Unitario Compactado	gr/cm <sup>3</sup>	1302,71	1303,79	1304,86
<b>PESO UNITARIO SUELTO (kg/m<sup>3</sup>)</b>			<b>1304</b>		

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG SAC.

<b>JVG INGENIERIA &amp; GEOTECNIA SAC</b>		
<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante</p>	<p style="text-align: center;"><b>REVISADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;">                       Elmer Moreno Huaman                      INGENIERO CIVIL                      N° 211926                 </p>	<p style="text-align: center;"><b>AUTORIZADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;">                       JVG INGENIERIA &amp; GEOTECNIA SAC                      Control de Calidad                 </p>



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	01/06/2020

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

**REFERENCIA** : Datos de laboratorio  
**SOLICITANTE** : Piero Chauca Hoyos  
**PROYECTO** : "Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, avenida sol, san martin porres lima 2023"  
**UBICACION** : Distrito de San Martín de Porres. **Fecha de ensayo:** 20/09/2023

MATERIAL	f <sub>c</sub> 280 kg/cm <sup>2</sup>		HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA				
CEMENTO SOL TIPO I	3,11	3,04	3,4	1,3	1454,0	1689,0
AGREGADO FINO	2,64					
AGREGADO GRUESO	2,65					

**MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE**

<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO		3,4	pu/g		
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		1/2"			
3	RELACION AGUA CEMENTO		0,47			
4	AGUA		226			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2,5			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0,29			
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>						
<b>FACTOR CEMENTO</b>			Kg/m <sup>3</sup>		11,3	Bls/m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del cemento			0,1544	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
Volumen absoluto del Agua			0,2260	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
Volumen absoluto del Aire			0,0250	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
						0,405
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						
Volumen absoluto del Agregado fino			0,3006	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		0,595
Volumen absoluto del Agregado grueso			0,2940	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						1,000
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
CEMENTO			480	Kg/m <sup>3</sup>		
AGUA			226	L/m <sup>3</sup>		
AGREGADO FINO			794	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO			779	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>PESO DE MEZCLA</b>			2279	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>D) CORRECCION POR HUMEDAD</b>						
AGREGADO FINO HUMEDO			820,7	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO HUMEDO			781,4	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>			%	Lts/m <sup>3</sup>		
AGREGADO FINO			-2,10	-16,7		
AGREGADO GRUESO			0,30	2,3		
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>				-14,3		
				211,7		Lts/m <sup>3</sup>
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
CEMENTO			480	Kg/m <sup>3</sup>		
AGUA			212	Lts/m <sup>3</sup>		
AGREGADO FINO			821	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO			781	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>PESO DE MEZCLA</b>			2294	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (28 lt.)</b>						
CEMENTO			14,40	Kg		
AGUA			6,35	Lts		
AGREGADO FINO			24,62	Kg		
AGREGADO GRUESO			23,44	Kg		
<b>PROPORCION EN PESO p3 (húmedo)</b>						
C	1,0					<b>PROPORCION EN VOLUMEN m3 (húmedo)</b>
AF	1,71					C
AG	1,83					AF
H2o	18,74 kg.					AG
						H2o

**JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC**

<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b></p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>JVG INGENIERIA &amp; GEOTECNIA SAC Elmer Mojano Huaman INGENIERO CIVIL CIP Nº 211604</p>	<p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>JVG INGENIERIA &amp; GEOTECNIA SAC Control de Calidad</p>
--	--	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	01/06/2020

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**

ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Piero Chauca Hoyos
<b>PROYECTO</b>	: "Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> , avenida sol, san martin porres, lima 2023"
<b>UBICACION</b>	: Distrito de San Martín de Porres.
<b>Fecha de ensayo:</b> 20/09/2023	

MATERIAL	f'c 280 kg/cm <sup>2</sup>					
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3,11					
AGREGADO FINO	2,64	3,04	3,4	1,3	1454,0	1689,0
AGREGADO GRUESO	2,65	6,64	0,3	0,6	1304,0	1470,0

**MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE**

<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO		3,4		pulg	
2	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		1,2			
3	RELACION AGUA CEMENTO		0,47			
4	AGUA		226			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2,5			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0,29			
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>						
	<b>FACTOR CEMENTO</b>			Kg/m <sup>3</sup>	11,3	Bts/m <sup>3</sup>
	Volumen absoluto del cemento		0,1544	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	Volumen absoluto del Agua		0,2260	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	Volumen absoluto del Aire		0,0250	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>					0,405
	Volumen absoluto del Agregado fino		0,3006	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	Volumen absoluto del Agregado grueso		0,2940	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>					1,000
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
	CEMENTO		480	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGUA		226	L/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO		794	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO		779	Kg/m <sup>3</sup>		
	FIBRA NATURAL (M + 0.9% FN)		4,321	Kg/m <sup>3</sup>		
	<b>PESO DE MEZCLA</b>		2279	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>D) CORRECCION POR HUMEDAD</b>						
	AGREGADO FINO HUMEDO		820,7	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO		781,4	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
	AGREGADO FINO		-2,10	Lts/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO		0,30	Lts/m <sup>3</sup>		
	<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>			211,7	Lts/m <sup>3</sup>	
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
	CEMENTO		480	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGUA		212	Lts/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO		821	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO		781	Kg/m <sup>3</sup>		
	FIBRA NATURAL (M + 0.9% FN)		4,321	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>G) PESO DE MEZCLA</b>			2294	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>CANTIDAD DE MATERIALES (28 Lt.)</b>						
	CEMENTO		14,40	Kg		
	AGUA		6,35	Lts		
	AGREGADO FINO		24,62	Kg		
	AGREGADO GRUESO		23,44	Kg		
	FIBRA NATURAL (M + 0.9% FN)		0,13	Kg		
<b>PROPORCIÓN EN PESO p<sub>3</sub> (húmedo)</b>					<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN m<sub>3</sub> (húmedo)</b>	
C	1,0				C	11,3
A.F	1,71				A.F	0,311
A.G	1,03				A.G	0,295
H <sub>2</sub> o	18,74 kg.				H <sub>2</sub> o	0,212

JVGE INGENIERIA & GEOTECNIA SAC

**AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:**

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante

REVISADO POR

Nombre y firma:

JVGE INGENIERIA & GEOTECNIA SAC  
Estudios y Proyectos  
  
Eimer Moyano Huaman  
INGENIERO CIVIL  
CIP 211946

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:

JVGE INGENIERIA & GEOTECNIA SAC  
Servicio de Control de Calidad  
  
Control de calidad

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	01/06/2020

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Piero Chauca Hoyos
<b>PROYECTO</b>	: "Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> , avenida sol, san martin porres, lima 2023"
<b>UBICACION</b>	: Distrito de San Martín de Porres.
<b>Fecha de ensayo:</b> 20/09/2023	

MATERIAL	f'c 280 kg/cm <sup>2</sup>		HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA				
CEMENTO SOL TIPO I	3,11	3,04	3,4	1,3	1454,0	1689,0
AGREGADO FINO	2,64					
AGREGADO GRUESO	2,65					

**MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE**

<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>							
1	ASENTAMIENTO		3-4		pu/g		
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		1/2"				
3	RELACION AGUA CEMENTO		0,47				
4	AGUA		226				
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2,5				
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0,29				
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>							
<b>FACTOR CEMENTO</b>			<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>11,3</b>		<b>Bls/m<sup>3</sup></b>	
Volumen absoluto del cemento			0,1544	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
Volumen absoluto del Agua			0,2260	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
Volumen absoluto del Aire			0,0250	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>							
Volumen absoluto del Agregado fino			0,3006	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		0,405	
Volumen absoluto del Agregado grueso			0,2940	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						<b>1,000</b>	
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>							
CEMENTO			480	Kg/m <sup>3</sup>			
AGUA			226	L/m <sup>3</sup>			
AGREGADO FINO			794	Kg/m <sup>3</sup>			
AGREGADO GRUESO			779	Kg/m <sup>3</sup>			
0,9%FN			4,32	Kg/m <sup>3</sup>			
6,5% CM			31,20	Kg/m <sup>3</sup>			
<b>PESO DE MEZCLA</b>			<b>2279</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>			
<b>D) CORRECCION POR HUMEDAD</b>							
AGREGADO FINO HUMEDO			820,7	Kg/m <sup>3</sup>			
AGREGADO GRUESO HUMEDO			781,4	Kg/m <sup>3</sup>			
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>			<b>%</b>	<b>Lts/m</b>			
AGREGADO FINO			-2,10	-16,7			
AGREGADO GRUESO			0,30	2,3			
				-14,3			
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>				<b>211,7</b>	<b>Lts/m<sup>3</sup></b>		
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>							
CEMENTO			480	Kg/m <sup>3</sup>			
AGUA			212	Lts/m <sup>3</sup>			
AGREGADO FINO			821	Kg/m <sup>3</sup>			
AGREGADO GRUESO			781	Kg/m <sup>3</sup>			
0,9%FN			4,321	Kg/m <sup>3</sup>			
6,5% CM			31,20	Kg/m <sup>3</sup>			
<b>PESO DE MEZCLA</b>			<b>2294</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>			
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (28 lL)</b>							
CEMENTO			14,40	Kg			
AGUA			6,35	Lts			
AGREGADO FINO			24,62	Kg			
AGREGADO GRUESO			23,44	Kg			
0,9%FN			0,13	Kg			
6,5% CM			0,94	Kg			
<b>PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>						<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN m3 (húmedo)</b>	
C			1,0			C	11,3
A.F			1,71			A.F	0,311
A.G			1,63			A.G	0,295
H2o			18,74	kg.		H2o	0,212

**JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC**

<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b></p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante</p>	<p><b>REVISADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Elinor Mojena Gudaman INGENIERO CIVIL C.I.E. N° 210906</p>	<p><b>AUTORIZADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>JVG Ingenieros &amp; Geotecnia SAC Sistema de Control de Calidad</p>
	 <p style="font-size: 2em; opacity: 0.3;">INGENIERIA S.A.C.</p>	

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	01/06/2020

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**

ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Piero Chauca Hoyos
<b>PROYECTO</b>	: "Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> , avenida sol, san martin porres, lima 2023"
<b>UBICACION</b>	: Distrito de San Martin de Porres.
	<b>Fecha de ensayo:</b> 20/09/2023

MATERIAL	f'c 280 kg/cm <sup>2</sup>				P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %		
CEMENTO SOL TIPO I	3,11					
AGREGADO FINO	2,64	3,04	3,4	1,3	1454,0	1689,0
AGREGADO GRUESO	2,65	6,64	0,3	0,6	1304,0	1470,0

**MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE**

<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>								
1	ASENTAMIENTO			3-4	pulg			
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			1/2 "				
3	RELACION AGUA CEMENTO			0,47				
4	AGUA			226				
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2,5				
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0,29				
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>								
<b>FACTOR CEMENTO</b>				<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>11,3</b>	<b>Blts/m<sup>3</sup></b>		
	Volumen absoluto del cemento			0,1544	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
	Volumen absoluto del Agua			0,2260	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
	Volumen absoluto del Aire			0,0250	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
	<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>					<b>0,405</b>		
	Volumen absoluto del Agregado fino			0,3006	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	<b>0,595</b>		
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0,2940	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
	<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>					<b>1,000</b>		
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>								
	CEMENTO			480	Kg/m <sup>3</sup>			
	AGUA			226	Lts/m <sup>3</sup>			
	AGREGADO FINO			794	Kg/m <sup>3</sup>			
	AGREGADO GRUESO			779	Kg/m <sup>3</sup>			
	0,9%FN			4,32	Kg/m <sup>3</sup>			
	7,5%CM			36,01	Kg/m <sup>3</sup>			
	<b>PESO DE MEZCLA</b>			<b>2279</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>			
<b>D) CORRECCION POR HUMEDAD</b>								
	AGREGADO FINO HUMEDO			820,7	Kg/m <sup>3</sup>			
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			781,4	Kg/m <sup>3</sup>			
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>								
	AGREGADO FINO			%	Lts/m <sup>3</sup>			
	AGREGADO GRUESO			-2,10	-16,7			
				0,30	2,3			
					-14,3			
	<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>				<b>211,7</b>	<b>Lts/m<sup>3</sup></b>		
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>								
	CEMENTO			480	Kg/m <sup>3</sup>			
	AGUA			212	Lts/m <sup>3</sup>			
	AGREGADO FINO			821	Kg/m <sup>3</sup>			
	AGREGADO GRUESO			781	Kg/m <sup>3</sup>			
	0,9%FN			4,321	Kg/m <sup>3</sup>			
	7,5%CM			36,01	Kg/m <sup>3</sup>			
	<b>PESO DE MEZCLA</b>			<b>2294</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>			
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (28 lts)</b>								
	CEMENTO			14,40	Kg			
	AGUA			6,35	Lts			
	AGREGADO FINO			24,62	Kg			
	AGREGADO GRUESO			23,44	Kg			
	0,9%FN			0,13	Kg			
	7,5%CM			1,08	Kg			
	<b>PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>					<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN m3 (húmedo)</b>		
	C	1,0				C	11,3	blts
	A.F	1,71				A.F	0,311	m3
	A.G	1,63				A.G	0,295	m3
	H2o	18,74	kg.			H2o	0,212	m3

**JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC****AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:**

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante

**REVISADO POR**

Nombre y firma:

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC  
Estruendo y Proyecto  
  
Elmar Moreno Huaman  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 21092R

**AUTORIZADO POR**

Nombre y firma:

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC  
Sistema de Control de Calidad  
  
Control de Calidad

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVG SAC
		Fecha	01/06/2020

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Piero Chaucá Hoyos
<b>PROYECTO</b>	: "Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> , avenida sol, san martin porres, lima 2023"
<b>UBICACION</b>	: Distrito de San Martín de Porres.
	<b>Fecha de ensayo:</b> 20/09/2023

MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc		MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
	CEMENTO SOL TIPO I	AGREGADO FINO					
CEMENTO SOL TIPO I	3,11						
AGREGADO FINO	2,64	3,04		3,4	1,3	1454,0	1689,0
AGREGADO GRUESO	2,65	6,64		0,3	0,6	1304,0	1470,0

**MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA TRAPICHE**

<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>							
1	ASENTAMIENTO			3-4		pulg	
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			1/2"			
3	RELACION AGUA CEMENTO			0,47			
4	AGUA			226			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2,5			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0,29			
<b>B) ANÁLISIS DE DISEÑO</b>							
	<b>FACTOR CEMENTO</b>				Kg/m <sup>3</sup>	11,3	Bls/m <sup>3</sup>
	Volumen absoluto del cemento			0,1544		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Agua			0,2260		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Aire			0,0250		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						0,405
	Volumen absoluto del Agregado fino			0,3006		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0,2940		m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						<b>1,000</b>
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>							
	CEMENTO			480		Kg/m <sup>3</sup>	
	AGUA			226		Litro/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO FINO			794		Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO			779		Kg/m <sup>3</sup>	
	0,9%FN			4,32		Kg/m <sup>3</sup>	
	8,5% CM			40,81		Kg/m <sup>3</sup>	
	<b>PESO DE MEZCLA</b>			<b>2279</b>		<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>							
	AGREGADO FINO HUMEDO			820,7		Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			781,4		Kg/m <sup>3</sup>	
<b>E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>							
	AGREGADO FINO			-2,10		Lts/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO			0,30		Lts/m <sup>3</sup>	
	<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>					<b>211,7</b>	<b>Lts/m<sup>3</sup></b>
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>							
	CEMENTO			480		Kg/m <sup>3</sup>	
	AGUA			212		Lts/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO FINO			821		Kg/m <sup>3</sup>	
	AGREGADO GRUESO			781		Kg/m <sup>3</sup>	
	0,9%FN			4,321		Kg/m <sup>3</sup>	
	8,5% CM			40,81		Kg/m <sup>3</sup>	
	<b>PESO DE MEZCLA</b>			<b>2294</b>		<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (28 It.)</b>							
	CEMENTO			14,40		Kg	
	AGUA			6,35		Lts	
	AGREGADO FINO			24,62		Kg	
	AGREGADO GRUESO			23,44		Kg	
	0,9%FN			0,13		Kg	
	8,5% CM			1,22		Kg	
	<b>PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>						<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN m3 (húmedo)</b>
	C	1,0					C
	A.F	1,71					A.F
	A.G	1,63					A.G
	H2o	18,74 kg.					H2o
							11,3 bls
							0,311 m3
							0,295 m3
							0,212 m3

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC

**AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:**

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante

REVISADO POR

Nombre y firma:

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC  
Especialistas y Soluciones  
  
Elmer Moreno Huaman  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 21028A

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC  
Especialistas y Soluciones  
  
Ing. [Nombre] [Apellido]  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº [Número]

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	Método de prueba estándar para el asentamiento del hormigón de cemento hidráulico	Código	FOR-LTC-AG-019
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVGSAC

<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b>	
<small>ASTM C143</small>	

<b>REFERENCIA SOLICITANTE</b>	: Datos de laboratorio : Piero Clauca Hoyos		
<b>TESIS</b>	: "Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm2, avenida sol, san martin porres, lima 2023"		
<b>UBICACIÓN</b>	: Lima	<b>Fecha de emisión:</b>	20/09/2023
<b>Cantera</b>	: Trapiche	<b>Muestreado por:</b>	: Juan Carlos Paulino Torres
<b>Material</b>	: Concreto f'c = 280 kg/cm2	<b>Ensayado por:</b>	: J.C.P.T.
<b>N° Muestra</b>	: ---	<b>Fecha de ensayo:</b>	: 20/09/2023

CEMENTO TIPO I		ASENTAMIENTO (SLUMMP)
1	MUESTRA PATRON	4"
2	ADICIONANDO 0.9% FIBRA NATURAL	3 3/4 "
3	ADICIONANDO 0.9% FIBRA NATURAL Y 6.5% CENIZA DE MADERA	2"
4	ADICIONANDO 0.9% FIBRA NATURAL Y 7.5% CENIZA DE MADERA	1 3/4 "
5	ADICIONANDO 0.9% FIBRA NATURAL Y 8.5% CENIZA DE MADERA	1 1/4 "



**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG GEOTECNIA SAC

<b>JVG INGENIERIA &amp; GEOTECNIA SAC</b>		
<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b></p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante</p>	<p><b>REVISADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p>  <p><b>JVG INGENIERIA &amp; GEOTECNIA SAC</b> Estudios y Proyectos Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL CIP N° 710906</p>	<p><b>AUTORIZADO POR</b></p> <p>Nombre y firma:</p>  <p><b>JVG INGENIERIA &amp; GEOTECNIA S.A.C.</b> Sistema Control de Calidad Control de calidad</p>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CILINDRICO	Código	FOR-LTC-CON-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVG SAC.
		Fecha	16/11/2020
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> ASTM C39 - NTP 336.034			
PROYECTO : Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> , avenida sol, san martin porres, lima 2023* SOLICITANTE : Piero Chauca Hoyos CÓDIGO : --- UBICACIÓN : Lima. REGISTRO N° : --- Cantera : --- Material : Concreto f <sub>c</sub> =280 kg/cm <sup>2</sup> N° Muestra : 7 días			
		Muestreado por:	Juan Paulino
		Ensayado por:	G. Castillo
		Fecha de ensayo:	27/09/2023
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b> ASTM C39 - NTP 339.034			

**A) INFORMACIÓN GENERAL:**

Tipo de muestra: Moldeado

Dosificación: ----

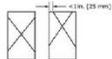
Resistencia de Diseño: 280 kg/cm<sup>2</sup>

Velocidad de carga: 2,55 kg/cm<sup>2</sup>

**B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:**

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	L/D	ÁREA cm <sup>2</sup>	FUERZA MÁXIMA kgf	Modo de falla (1 al 6)	F <sub>c</sub> (L/D)	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
Patron 1	20/09/2023	27/09/2023	7	2,0	79,0	17398,0	5	1,00	220,2	280,0	78,6
Patron 2	20/09/2023	27/09/2023	7	2,0	79,5	17673,0	3	1,00	222,3	280,0	79,4
Patron 3	20/09/2023	27/09/2023	7	2,0	79,3	17114,0	5	1,00	215,7	280,0	77,0
M+0.9%FN - 1	20/09/2023	27/09/2023	7	2,0	79,8	12703,0	5	1,00	159,2	280,0	56,9
M+0.9%FN - 2	20/09/2023	27/09/2023	7	2,0	79,0	11553,0	5	1,00	146,2	280,0	52,2
M+0.9%FN - 3	20/09/2023	27/09/2023	7	2,0	79,3	13853,0	4	1,00	174,6	280,0	62,4
M+0.9% FN + 6.5%CM - 1	20/09/2023	27/09/2023	7	2,0	78,9	17255,0	5	1,00	218,8	280,0	78,2
M+0.9% FN + 6.5%CM - 2	20/09/2023	27/09/2023	7	2,0	79,0	18576,0	5	1,00	235,1	280,0	84,0
M+0.9% FN + 6.5%CM - 3	20/09/2023	27/09/2023	7	2,0	79,5	17264,0	5	1,00	217,2	280,0	77,6
M+0.9% FN + 7.5%CM - 1	20/09/2023	27/09/2023	7	2,0	79,3	14836,0	5	1,00	187,0	280,0	66,8
M+0.9% FN + 7.5%CM - 2	20/09/2023	27/09/2023	7	2,0	79,2	14399,0	5	1,00	181,9	280,0	65,0
M+0.9% FN + 7.5%CM - 3	20/09/2023	27/09/2023	7	2,0	79,3	14631,0	5	1,00	184,4	280,0	65,9
M+0.9% FN + 8.5%CM - 1	20/09/2023	27/09/2023	7	2,0	79,0	14027,0	6	1,00	177,5	280,0	63,4
M+0.9% FN + 8.5%CM - 2	20/09/2023	27/09/2023	7	2,0	79,3	13766,0	5	1,00	173,5	280,0	62,0
M+0.9% FN + 8.5%CM - 3	20/09/2023	27/09/2023	7	2,0	79,0	14309,0	6	1,00	181,1	280,0	64,7

INGENIERIA S.A.C.

MODOS/TIPOS DE FALLA						
	Modo 1	Modo 2	Modo 3	Modo 4	Modo 5	Modo 6

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el Solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG SAC.
- \* Capacidad máxima 250 000 Lb. división de escala 0.1 kN

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC		
AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	REVISADO POR Nombre y firma:  Elmer Moenchuadaman INGENIERO CIVIL N° 217098	AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Control de Calidad

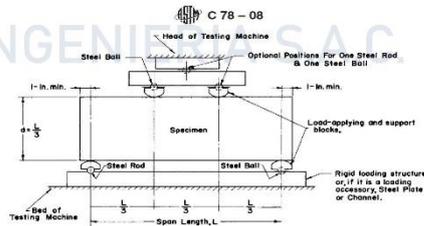




LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO		Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO		Versión	01
			Fecha	30-02-2020
			Página	1 de 1
PROYECTO	: "Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm2, avenida sol, san martin porres, lima 2023"		REGISTRO N°:	
SOLICITANTE	: Piero Chauca Hoyos		REALIZADO POR :	G.Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	E.Moreno
UBICACIÓN DE PROYECTO	: ---		FECHA DE ENSAYO :	18/10/2023
FECHA DE EMISIÓN	: 18/10/2023		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes prismáticos			
F'c de diseño	: 280 kg/cm2			

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	FUERZA MÁXIMA (Kg)	MÓDULO DE ROTURA
VIGA N° 01 PATRON	20/09/2023	18/10/2023	28 días	3	45,0	3161,1	42 kg/cm2
VIGA N° 02 PATRON	20/09/2023	18/10/2023	28 días	3	45,0	3365,0	45 kg/cm2
VIGA N° 03 PATRON	20/09/2023	18/10/2023	28 días	2	45,0	3263,0	44 kg/cm2
M+0.9% FN - 1	20/09/2023	18/10/2023	28 días	3	46,0	2549,3	34 kg/cm2
M+0.9% FN - 2	20/09/2023	18/10/2023	28 días	2	47,0	2651,2	35 kg/cm2
M+0.9% FN - 3	20/09/2023	18/10/2023	28 días	2	48,0	2855,2	38 kg/cm2
M+0.9% FN + 6.5% CM - 1	20/09/2023	18/10/2023	28 días	3	49,0	3365,0	45 kg/cm2
M+0.9% FN + 6.5% CM - 2	20/09/2023	18/10/2023	28 días	2	50,0	3314,0	44 kg/cm2
M+0.9% FN + 6.5% CM - 3	20/09/2023	18/10/2023	28 días	2	51,0	3365,0	45 kg/cm2



OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de JVG GEOTECNIA SAC.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JVG GEOTECNIA SAC

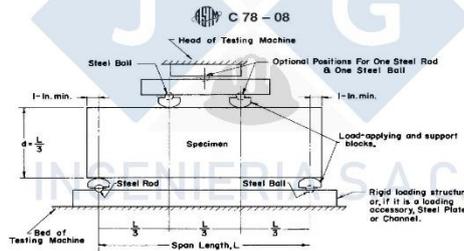
JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC

<p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante</p>	<p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p><i>[Firma]</i></p> <p>JVG INGENIERIA &amp; GEOTECNIA SAC Evaluación y Aseguramiento de la Calidad Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL CIP N° 2119266</p>	<p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p><i>[Firma]</i></p> <p>JVG INGENIERIA &amp; GEOTECNIA SAC Evaluación y Aseguramiento de la Calidad Cofe de la Calidad</p>
--	--	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-124
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>	Versión	01
		Fecha	30-02-2020
		Página	1 de 1
PROYECTO	: "Diseño de pavimento rígido adicionando ceniza de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> , avenida sol, san martin porres, lima 2023"	REGISTRO N°:	
SOLICITANTE	: Piero Chauca Hoyos	REALIZADO POR :	G.Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR :	E. Moreno
UBICACIÓN DE PROYECTO	: ---	FECHA DE ENSAYO :	18/10/2023
FECHA DE EMISIÓN	: 18/10/2023	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes prismáticos		
F'c de diseño	: 280 kg/cm <sup>2</sup>		

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	FUERZA MÁXIMA (Kg)	MÓDULO DE ROTURA
M+0.9% FN + 7.5 %CM - 1	20/09/2023	18/10/2023	28 días	2	45,0	3110,1	41 kg/cm <sup>2</sup>
M+0.9% FN + 7.5 %CM - 2	20/09/2023	18/10/2023	28 días	3	45,0	3181,5	42 kg/cm <sup>2</sup>
M+0.9% FN + 7.5 %CM - 3	20/09/2023	18/10/2023	28 días	2	45,0	3069,3	41 kg/cm <sup>2</sup>
M+0.9 % FN + 8.5% CM - 1	20/09/2023	18/10/2023	28 días	2	46,0	2651,2	35 kg/cm <sup>2</sup>
M+0.9 % FN + 8.5% CM - 2	20/09/2023	18/10/2023	28 días	3	47,0	2855,2	38 kg/cm <sup>2</sup>
M+0.9 % FN + 8.5% CM - 3	20/09/2023	18/10/2023	28 días	3	48,0	2946,9	39 kg/cm <sup>2</sup>



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de JVG GEOTECNIA SAC.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JVG GEOTECNIA SAC

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC		
<p><b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b></p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p>	<p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;">                       Eimar Moreno Huaman                      INGENIERO CIVIL                      CIP N° 21030K                 </p>	<p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p style="text-align: center;">                       G. Castillo                      COORDINADOR DE CALIDAD                 </p>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE CALCINACIÓN	Código	FOR-LTC-AG-019
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVGSAC

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C143

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio	<b>Fecha de emisión:</b>	18/09/2023
<b>SOLICITANTE</b>	: Piero Chauca Hoyos	<b>Muestreado por:</b>	: Juan Carlos Paulino Torres
<b>TESIS</b>	: Diseño de pavimento rígido con adición de ceniza de madera y fibra natural en el concreto $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$	<b>Ensayado por:</b>	: J.C.P.T.
<b>UBICACIÓN</b>	: Lima.	<b>Fecha de ensayo:</b>	: 18/09/2023
<b>Cantera</b>	: ---		
<b>Material</b>	: Madera		
<b>N° Muestra</b>	: ---		

UBICACIÓN DE LA INCINERACIÓN:	Calle Hurtado de Mendoza N° 280 – Urb. Santa Luzmila – Comas.
FECHA DE INCINERACIÓN:	18/09/2023

MUESTRA	PROCESO	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO	PESO INICIAL	PESO FINAL
Madera	Calcinado	550	2 horas	55.000 Kg	7.450 Kg



**OBSERVACIONES:**

JVNG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.  Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.  La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	<b>REVISADO POR</b>  Nombre y firma:   Eimar Moreno Huaman INGENIERO CIVIL CIP Nº 215508	<b>AUTORIZADO POR</b>  Nombre y firma:   Juan Carlos Paulino Torres INGENIERO CIVIL CIP Nº 215508

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PROPIEDADES FÍSICAS - QUÍMICAS	Código Revisión Aprobado	FOR-LAB-EP-001 1 CC-JVGSAC
REFERENCIA SOLICITANTE	: Datos de Laboratorio : Piero Chauca Hoyos		
TESIS	: "Diseño de pavimento rígido adicionando cenizas de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> , avenida sol, san martin porres, lima 2023"		
UBICACION	: Lima.		
Cantera	: ---		
Material	: CENIZA DE MADERA		
N° Muestra	: ---		
	Muestreado por:	: Juan Carlos Paulino Torres	
	Ensayado por:	: J.C.P.T.	
	Fecha de ensayo:	: 15/03/2024	

**1. FECHAS DE ENSAYO**

- a. Inicio : 15/03/2024  
b. Terminó : 22/03/2024  
c. Emisión de informe : 25/03/2024

**2. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO**

- a. Temperatura : 28.4 °C  
b. Humedad : 35.50 %

**3. PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MUESTRA**

- a. Nombre: : Ceniza de Madera  
b. Color : Gris  
c. Modulo de finura : 0.49  
d. Cont. de humedad : 0.00 %  
e. Temp. Calcinación : 550 °C

**4. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LA MUESTRA**

- a. Resultados obtenidos :

COMPOSICIÓN QUÍMICA	UNIDAD	RESULTADO
Óxido de calcio (CaO)	%	31.35
Dióxido de silicio (SiO <sub>2</sub> )	%	16.14
Trióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	%	9.78
Óxido de magnesio (MgO)	%	1.76
Óxido de manganeso (MnO)	%	0.92
Trióxido de aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%	4.51
Óxido de bario (BaO)	%	2.33
Óxido de Zinc (ZnO)	%	1.41
Trióxido de hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%	4.85

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG GEOTECNIA SAC

\* Los resultados obtenidos pertenecen a la muestra entregada por el solicitante.

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	<b>REVISADO POR</b> Nombre y firma:  <b>Elmar Moreno Huaman</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 71868A	<b>AUTORIZADO POR</b> Nombre y firma:  <b>Juan Carlos Paulino Torres</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 10888A

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE PROPIEDADES FÍSICAS - QUÍMICAS	Código	FOR-LAB-EP-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JVGSAC

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio		
SOLICITANTE	: Piero Chauca Hoyos		
TESIS	: "Diseño de pavimento rígido adicionando cenizas de madera y fibra natural en el concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> , avenida sol, san martin porres, lima 2023"		
UBICACION	: Lima.		
Cantera	: ...		
Material	: FIBRA NATURAL (PELO CANINO)	Muestreado por:	: Juan Carlos Paulino Torres
N° Muestra	: ...	Ensayado por:	: J.C.P.T.
		Fecha de ensayo:	: 15/03/2024

**1. FECHAS DE ENSAYO**

- a. Inicio : 15/03/2024  
b. Terminó : 22/03/2024  
c. Emisión de informe : 25/03/2024

**2. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO**

- a. Temperatura : 28.4 °C  
b. Humedad : 35.50 %

**3. PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MUESTRA**

- a. Nombre: : FIBRA NATURAL (Pelo Canino)  
b. Color : múltiple  
c. Tamaño : 50 mm a 70 mm  
d. Diámetro : 70 um a 150 um

**4. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LA MUESTRA**

- a. Resultados de composición de la fibra natural (pelo canino) :

COMPOSICION	UNIDAD	RESULTADO
Proteínas	%	26.52
Lípidos	%	2.32
Sales minerales y aminoácidos	%	71.16

- b. Resultado de composición química de la fibra natural (pelo canino)

ENSAYOS	UNIDAD	RESULTADO
Carbono	%	41.52
Oxígeno	%	32.25
Nitrógeno	%	15.18
Hidrógeno	%	5.67
Azufre	%	5.38

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JVG GEOTECNIA SAC

\* Los resultados obtenidos pertenecen a la muestra entregada por el solicitante.

JVG INGENIERIA & GEOTECNIA SAC		
<b>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</b> Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-JVG SAC) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.	<b>REVISADO POR</b> Nombre y firma:  <b>Elmar Moreno Huaman</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 21180A	<b>AUTORIZADO POR</b> Nombre y firma:  <b>Juan Carlos Paulino Torres</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 21180A

## Anexo 10. Certificado de calibración del equipo

 <b>CALIBRATEC S.A.C.</b> LABORATORIO DE METROLOGÍA		<b>CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS</b> RUC: 20606479680												
<b>Área de Metrología</b> Laboratorio de Temperatura		<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> <b>CA - LT - 082 - 2021</b>												
		Página 1 de 5												
<b>1. Expediente</b>	<b>02931-2021</b>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC 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.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>												
<b>2. Solicitante</b>	<b>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.</b>													
<b>3. Dirección</b>	<b>MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES</b>													
<b>4. Equipo</b>	<b>MUFLA</b>													
<b>Alcance Máximo</b>	<b>1300 °C</b>													
<b>Marca</b>	<b>PERUTEST</b>													
<b>Modelo</b>	<b>PT-HM</b>													
<b>Número de Serie</b>	<b>103</b>													
<b>Procedencia</b>	<b>PERUANA</b>													
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>													
<b>Ubicación</b>	<b>NO INDICA</b>													
<table border="1"><thead><tr><th>Descripción</th><th>Controlador / Selector</th><th>Instrumento de medición</th></tr></thead><tbody><tr><td>Alcance</td><td>0 °C a 1300 °C</td><td>0 °C a 1300 °C</td></tr><tr><td>División de escala / Resolución</td><td>1 °C</td><td>1 °C</td></tr><tr><td>Tipo</td><td>CONTROLADOR ELECTRONICO</td><td>TERMÓMETRO DIGITAL</td></tr></tbody></table>	Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición	Alcance	0 °C a 1300 °C	0 °C a 1300 °C	División de escala / Resolución	1 °C	1 °C	Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL		
Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición												
Alcance	0 °C a 1300 °C	0 °C a 1300 °C												
División de escala / Resolución	1 °C	1 °C												
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL												
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2021-08-16</b>													
<b>Fecha de Emisión</b>	<b>Jefe del Laboratorio de Metrología</b>	<b>Sello</b>												
<b>2021-08-16</b>	 <b>MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES</b>	 												

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 082 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

### 6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.  
MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.5 °C	21.5 °C
Humedad Relativa	55 %	55 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
MSG - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-038	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LTT21-0008
METROIL	TERMOHIGROMETRO	T-1774-2021

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- (\*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 082 - 2021

Página 3 de 5

### 11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 21 °C  
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas  
El controlador se seteo en 860

PARA LA TEMPERATURA DE 860 °C			
Tiempo ( min )	Termómetro del equipo ( °C )	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)	
		NIVEL INTERMEDIO	
		1	Error ( °C )
00	860.0	859.0	1
02	860.0	859.0	1
04	860.0	859.4	1
06	860.0	859.5	0
08	860.0	860.5	-1
10	860.0	859.5	0
12	860.0	859.5	0
14	860.0	860.5	-1
16	860.0	859.4	1
18	860.0	859.0	1
20	860.0	859.0	1
22	860.0	859.4	1
24	860.0	859.5	0
26	860.0	860.5	-1
28	860.0	859.5	0
30	860.0	859.5	0
32	860.0	860.5	-1
34	860.0	859.4	1
36	860.0	859.0	1
38	860.0	859.0	-1
40	860.0	859.4	1
42	860.0	859.5	0
44	860.0	860.5	-1
46	860.0	859.5	0
48	860.0	859.5	0
50	860.0	860.5	-1
52	860.0	859.4	1
54	860.0	859.5	0
56	860.0	860.5	-1
58	860.0	859.4	1
60	860.0	858.5	1
T.PROM	860.0	859.6	
T.MAX	860.0	860.5	
T.MIN	860.0	858.5	
DTT	0.0	2.0	





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CA - LT - 082 - 2021**

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)
Máxima Temperatura Medida	860.5
Mínima Temperatura Medida	448.5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2.0
Desviación de Temperatura en el Espacio	860.1
Estabilidad Medida (±)	1.0
Uniformidad Medida	861.0

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
T.MAX : Temperatura máxima.  
T.MIN : Temperatura mínima.  
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.58 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

**Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo CUMPLE con los límites especificados de temperatura.**

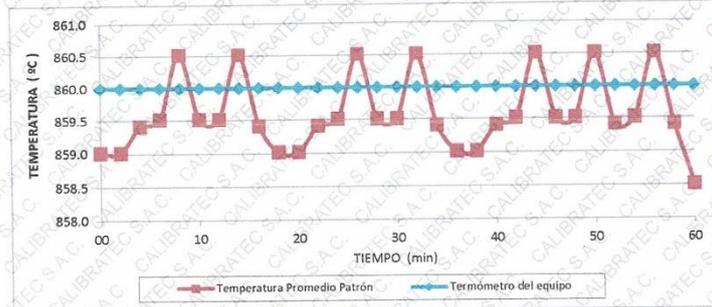


## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 082 - 2021

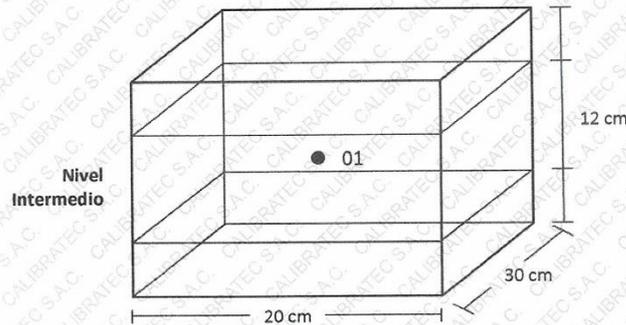
Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $860\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$



### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



#### 12. Incertidumbre

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  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640  
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017  
 TT-LAC-004

**Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza****F-27211-001 R1**

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Page / Pág. 1 de 6

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN	<p>Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	ELE INTERNACIONAL	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	36 - 0690/06	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	180300131 // 1939-1-10045	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	LC-00135	
<b>Capacidad Máxima</b> <i>Maximum Capacity</i>	1200 kN	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	MZA. A LOTE 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	LIMA - PERÚ	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2022 - 09 - 15	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2022 - 12 - 07	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	06	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*

**Firmas que Autorizan el Certificado**

Signatures Authorizing the Certificate

**Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda**  
 Metrologo Laboratorio de Metrología

**Terc. Francisco Durán Romero**  
 Metrologo Laboratorio de Metrología

LM-PC-05-F-01 R12.8

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640  
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017  
 TT-LAC'004

**F-27211-001 R1**

Pág. 2 de 6

**DATOS TÉCNICOS**

<b>Máquina de Ensayo Bajo Calibración</b>	
<b>Clase</b>	1,0
<b>Dirección de Carga</b>	Compresión
<b>Tipo de Indicación</b>	Digital
<b>División de Escala</b>	0,1 kN
<b>Resolución</b>	0,1 kN
<b>Intervalo de Medición Calibrado</b>	Del 17 % al 83 % de la carga máxima.
<b>Límite Inferior de la Escala</b>	20 kN

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

**Tabla 1.**

Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie						Promedio S <sub>1, 2 y 3</sub> kN
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> '	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	Promedio	
	Ascendente kN	Ascendente kN	No Aplica ----	Ascendente kN	No Aplica ----		
17	200,0	199,92	199,96	----	199,90	----	199,93
25	300,0	301,31	301,20	----	300,98	----	301,16
33	400,0	399,57	399,64	----	400,04	----	399,75
42	500,0	501,36	501,79	----	501,45	----	501,53
50	600,0	602,49	603,02	----	601,99	----	602,50
58	700,0	703,36	704,08	----	703,79	----	703,74
67	800,0	803,65	803,91	----	804,01	----	803,86
75	900,0	903,86	904,06	----	904,25	----	904,06
83	995,0	997,81	997,25	----	997,08	----	997,38

LM-PC-05-F-01 R12.6

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...**

**Tabla 2.**

Error realtivo de cero,  $f_0$ , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

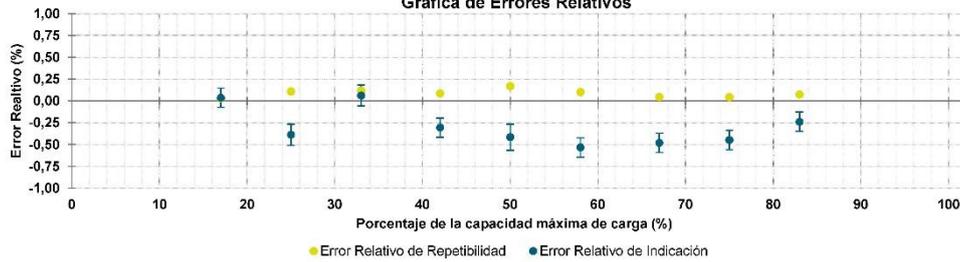
$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

**Tabla 3.**

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC %	Indicación kN	Errores Relativos			Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U		$k_{p=95\%}$ -----
		Indicación q %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %		kN	%	
17	200,0	0,04	0,03	----	0,050	0,22	0,11	2,01
25	300,0	-0,39	0,11	----	0,033	0,36	0,12	2,09
33	400,0	0,06	0,12	----	0,025	0,48	0,12	2,20
42	500,0	-0,31	0,09	----	0,020	0,55	0,11	2,06
50	600,0	-0,41	0,17	----	0,017	0,90	0,15	2,43
58	700,0	-0,53	0,10	----	0,014	0,77	0,11	2,21
67	800,0	-0,48	0,04	----	0,013	0,88	0,11	2,03
75	900,0	-0,45	0,04	----	0,011	0,99	0,11	2,03
83	995,0	-0,24	0,07	----	0,010	1,1	0,11	2,13

**Gráfica de Errores Relativos**



**CONDICIONES AMBIENTALES**

El lugar de la Calibración fue LABORATORIO DE CONCRETO de la empresa INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC ubicada en LIMA. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

<b>Temperatura Ambiente Máxima:</b>	18,5 °C	<b>Temperatura Ambiente Mínima:</b>	18,0 °C
<b>Humedad Relativa Máxima:</b>	77 % HR	<b>Humedad Relativa Mínima:</b>	76 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.6

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...**

**Tabla 4.**

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R<sup>2</sup>, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	---	R <sup>2</sup>
4,38634 E00	9,65010 E-01	8,37939 E-05	-5,07573 E-08		1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

**Tabla 5.**

Valores calculados en función de la fuerza aplicada ( kN )

Indicación kN	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0
200,0	200,33	210,26	220,20	230,15	240,11
250,0	250,08	260,06	270,05	280,04	290,05
300,0	300,06	310,08	320,11	330,14	340,18
350,0	350,23	360,28	370,34	380,40	390,47
400,0	400,55	410,63	420,71	430,80	440,89
450,0	450,98	461,08	471,18	481,28	491,39
500,0	501,50	511,60	521,71	531,82	541,93
550,0	552,04	562,16	572,27	582,38	592,49
600,0	602,59	612,70	622,81	632,91	643,01
650,0	653,11	663,20	673,29	683,38	693,46
700,0	703,54	713,62	723,69	733,75	743,81
750,0	753,86	763,91	773,95	783,99	794,01
800,0	804,03	814,05	824,05	834,05	844,04
850,0	854,01	863,98	873,94	883,90	893,84
900,0	903,77	913,69	923,59	933,49	943,38
950,0	953,25	963,11	972,96	982,80	992,62
1 000,0	1 002,4				

**Tabla 6.**

Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
200,0	199,93	200,33	0,4
300,0	301,16	300,06	- 1,1
400,0	399,75	400,55	0,8
500,0	501,53	501,50	0,0
600,0	602,50	602,59	0,1
700,0	703,74	703,54	- 0,2
800,0	803,86	804,03	0,2
900,0	904,06	903,77	- 0,3
995,0	997,38	997,53	0,1

LM-PC-05-F-01 R12.6

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640  
 www.pinzuar.com.co



**F-27211-001 R1**

Pág. 5 de 6

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...**

La Tabla 7 y Tabla 8 de este Certificado de Calibración se generan debido a que las unidades de la indicación del equipo bajo Calibración no coinciden con los Newton que son las unidades definidas en el Sistema Internacional de Unidades para la magnitud derivada fuerza. Los valores aquí presentados corresponden a la multiplicación de los resultados plasmados en la Tabla 1 y Tabla 3 de este Certificado de Calibración por el factor de conversión correspondiente. Cabe aclarar que los resultados mostrados como valores relativos no se modifican al realizar la conversión de unidades.

El factor de conversión utilizado para los calculos fue: (kgf) a (N) = 9,806 65 , tomado del documento NIST SPECIAL PUBLICATION 811: Guide for the use of the International System of Units (SI) - Anexo B8.

**Tabla 7.**

Indicaciones obtenidas durante la Calibración para cada valor de carga aplicado en kgf

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio S <sub>1, 2 y 3</sub> kgf
		S <sub>1</sub> Ascendente kgf	S <sub>2</sub> Ascendente kgf	S <sub>2</sub> ' No Aplica ----	S <sub>3</sub> Ascendente kgf	S <sub>4</sub> No Aplica ----	
17	20 394,3	20 386,2	20 390,3	----	20 384,1	----	20 386,9
25	30 591,5	30 725,1	30 713,9	----	30 691,4	----	30 710,1
33	40 788,6	40 744,8	40 752,0	----	40 792,7	----	40 763,2
42	50 985,8	51 124,5	51 168,4	----	51 133,7	----	51 142,2
50	61 183,0	61 436,9	61 491,0	----	61 385,9	----	61 437,9
58	71 380,1	71 722,8	71 796,2	----	71 766,6	----	71 761,9
67	81 577,3	81 949,5	81 976,0	----	81 986,2	----	81 970,6
75	91 774,5	92 168,1	92 188,5	----	92 207,9	----	92 188,2
83	101 461,8	101 748,4	101 691,3	----	101 674,1	----	101 704,6

**Tabla 8.**

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Carga Aplicada		Errores Relativos			Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U		k <sub>p=95%</sub> ----
		Indicación q %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %		kgf	%	
17	20 394,3	0,04	0,03	----	0,050	22	0,11	2,01
25	30 591,5	-0,39	0,11	----	0,033	37	0,12	2,09
33	40 788,6	0,06	0,12	----	0,025	49	0,12	2,20
42	50 985,8	-0,31	0,09	----	0,020	56	0,11	2,06
50	61 183,0	-0,41	0,17	----	0,017	92	0,15	2,43
58	71 380,1	-0,53	0,10	----	0,014	79	0,11	2,21
67	81 577,3	-0,48	0,04	----	0,013	90	0,11	2,03
75	91 774,5	-0,45	0,04	----	0,011	101	0,11	2,03
83	101 461,8	-0,24	0,07	----	0,010	112	0,11	2,13

LM-PC-05-F-01 R12.6

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

**LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.**

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia  
 (+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640  
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017  
 11-LAC-004

**F-27211-001 R1**

Pág. 6 de 6

---

**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN**


---

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura  $k=2,429$  y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

---

**TRAZABILIDAD**


---

Los resultados reportados en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.


**Instrumento Patrón**

<b>Instrumento</b>	Transductor de Fuerza de 1 MN.
<b>Modelo</b>	KAL-1MN.
<b>Clase</b>	1,0.
<b>Código Interno</b>	017401.
<b>Certificado de Calibración</b>	5516 del INM.
<b>Próxima Calibración</b>	2023-12.

---

**CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO**


---

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

\*El error relativo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

---

**OBSERVACIONES**


---

- Se emplea la coma (,) como separador decimal.
- En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
- No se puede realizar la calibración suplementaria por debajo del 20% del límite superior. Los resultados en valores discretos de fuerza reportados fueron aprobados por el cliente, para el intervalo del 20% al 100%, según ISO 7500-1:2018 Numeral 6.4.5.
- El presente Certificado reemplaza al Certificado de Calibración F-27211-001 R0, expedido el 2022-09-29, el motivo del cambio es: Se corrige en la sección de trazabilidad el campo número de serie por código interno, a la fecha de próxima calibración se presenta el año y el mes (AA-MM).**
- Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-27211-001

*Fin del Certificado*

LM-PC-05-F-01 R12.6

**ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO**  
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

# Certificado de Calibración

## LM23-C-566

Número de OT: 497-2023

### CLIENTE

Razón Social : JVG INGENIERIA & GETOECNIA S.A.C.  
Dirección : CALLE MENDOZA HURTADO NRO. 280 URB. SANTA LUZMILA (LIMA - LIMA - COMAS)

### FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2023-10-10  
Lugar de Calibración : En las Instalaciones del Cliente  
Fecha de Emisión : 2023-10-13

### INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMATICO (ELECTRÓNICA)

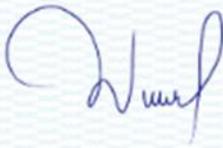
Marca	: OHAUS	Procedencia	: China
Modelo	: R21PE30ZH	Identificación	: No Indica
Serie	: 8343084425	Ubicación	: Sala de Ensayo de Materiales

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO

Capacidad de Indicación	: 30000 g	Cap. Mínima (Min.)	: 200 g
Resolución (d)	: 10 g	Número de Divisiones (n)	: 3000
Div. de Verificación (e):	: 10 g (*)	Clase de Exactitud	: III

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones; siguiendo el procedimiento PC-001 - 1ª Ed. : 2019 - INACAL "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII"; este procedimiento cumple con los ensayos realizados a las balanzas de funcionamiento no automático de acuerdo a la NMP 003:2009.

Sello	Metrologo	Director Técnico
		
	Daniel Vilchez Paico	Wilfredo Reyes Yzaguirre

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, es coherente con las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

# Certificado de Calibración

## LM23-C-566

Número de OT: 497-2023

### PATRONES UTILIZADOS

Nombre del Patrón	Identificación	N° de Certificado	Trazabilidad
Juego de Pesas de 1 g a 2 kg / M2	LM-IM-132	LM23-C-069	SMC S.A.C.
Pesa de 10 kg / M2	LM-IM-122	LM23-C-062	SMC S.A.C.
Pesa de 5 kg / M2	LM-IM-121	LM23-C-061	SMC S.A.C.
Pesas de 20 kg / M2	LM-IM-01 al LM-IM-20	LM23-C-063	SMC S.A.C.

### RESULTADOS

#### INSPECCIÓN VISUAL

- Ajuste de cero	: Tiene	- Display	: Tiene
- Oscilación libre	: Tiene	- Nivelación	: Tiene
- Plataforma	: Tiene	- Sistema de traba	: No Tiene
- Escala	: No Tiene	- Cursor	: No Tiene

Condiciones Ambientales	Inicial	Final
Temperatura	22,9 °C	22,9 °C
Humedad Relativa	66 %	66 %



#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Carga L1= 15000 g (aproximadamente 90% Max)		
I	ΔL	E
g	g	g
15000	4	1
15000	4	1
15000	4	1
15000	4	1
15000	5	0
15000	5	0
15000	4	1
15000	4	1
15000	4	1
15000	4	1
$\Delta E = E_{M_{max}} - E_{M_{min}}$		1 g
E.M.P.		20 g

Carga L2= 30001 g (aproximadamente 100% Max)		
I	ΔL	E
g	g	g
30000	5	-1
30000	5	-1
30000	5	-1
30000	5	-1
30000	5	-1
30000	5	-1
30000	6	-2
30000	5	-1
30000	6	-2
30000	5	-1
$\Delta E = E_{M_{max}} - E_{M_{min}}$		1 g
E.M.P.		30 g

# Certificado de Calibración

## LM23-C-566

Número de OT: 497-2023

### PATRONES UTILIZADOS

Nombre del Patrón	Identificación	N° de Certificado	Trazabilidad
Juego de Pesas de 1 g a 2 kg / M2	LM-IM-132	LM23-C-069	SMC S.A.C.
Pesa de 10 kg / M2	LM-IM-122	LM23-C-062	SMC S.A.C.
Pesa de 5 kg / M2	LM-IM-121	LM23-C-061	SMC S.A.C.
Pesas de 20 kg / M2	LM-IM-01 al LM-IM-20	LM23-C-063	SMC S.A.C.

### RESULTADOS

#### INSPECCIÓN VISUAL

- Ajuste de cero	: Tiene	- Display	: Tiene
- Oscilación libre	: Tiene	- Nivelación	: Tiene
- Plataforma	: Tiene	- Sistema de traba	: No Tiene
- Escala	: No Tiene	- Cursor	: No Tiene

Condiciones Ambientales	Inicial	Final
Temperatura	22.9 °C	22.9 °C
Humedad Relativa	66 %	66 %



#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Carga L1= 15000 g (aproximadamente 90% Max)		
g	$\Delta L$ g	E g
15000	4	1
15000	4	1
15000	4	1
15000	4	1
15000	5	0
15000	5	0
15000	4	1
15000	4	1
15000	4	1
15000	4	1
$\Delta E = E_{Máx} - E_{Mín}$		1 g
E.M.P		20 g

Carga L2= 30001 g (aproximadamente 100% Max)		
g	$\Delta L$ g	E g
30000	5	-1
30000	5	-1
30000	5	-1
30000	5	-1
30000	5	-1
30000	5	-1
30000	5	-1
30000	6	-2
30000	5	-1
30000	6	-2
30000	5	-1
$\Delta E = E_{Máx} - E_{Mín}$		1 g
E.M.P		30 g

# Certificado de Calibración

## LM23-C-566

Número de OT: 497-2023

### LEYENDA

L : Carga colocada sobre la balanza  
I : Indicación de la balanza  
E : Error encontrado  
Ec : Error corregido  
 $\Delta L$  : Carga Agregada  
EMP : Error Máximo Permissible.

### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición

$$U_k = 4,00 \times 10^{-4} R^2 + 5,68 \times 10^{-2} R + 6,16 \times 10^1 \quad (**)$$

$U_k$  : Incertidumbre expandida de medición expresada en (g)

Lectura Corregida

$$R_{\text{corregida}} = R + 1,38 \times 10^{-4} R$$

R : Indicación de lectura de la balanza ( g )



### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre de medición calculada ( $U$ ), ha sido determinada a partir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza del 95%.

### OBSERVACIONES

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos única y exclusivamente para las condiciones del instrumento durante la calibración. SMC S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento calibrado. Los resultados de las calibraciones no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El certificado de calibración carece de validez sin las firmas de los responsables.

Una copia de este documento será mantenida en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "Servicio de Calibración".

(\*) El Valor de "e", capacidad mínima y clase de exactitud están de acuerdo a la NMP-003 "Instrumentos de pesaje de Funcionamiento no Automático"

Como no se cuenta con el manual o este no brinda información del coeficiente de deriva de la balanza por variación de temperatura, se ha considerado como  $\Delta T: 0,00001^{\circ}C^{-1}$ , según el PC-001 - 1ª Ed. : 2019 - INACAL "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII".

(\*\*) Incertidumbre reportada en función al CMC.

Se ajustó la balanza antes de su calibración: SI

Previo al ajuste del instrumento se encontraron los siguientes resultados para dos valores de carga.

Valor Nominal (g)	Carga (g)	Indicación (g)
Aprox. al 50 % de la cap. max.	15000	15000
Aprox. al 100 % de la cap. max.	30001	30000

# Certificado de Calibración

## LM23-C-567

Número de OT: 497-2023

### CLIENTE

Razón Social : JVG INGENIERIA & GEOCONTROL S.A.C.  
Dirección : CALLE HURTADO MENDOZA NRO. 280 URB. SANTA LUZMILA (LIMA - LIMA - COMAS)

### FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2023-10-10  
Lugar de Calibración : En las Instalaciones del Cliente  
Fecha de Emisión : 2023-10-13

### INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMATICO (ELECTRÓNICA)

Marca : HENKEL Identificación : No Indica  
Modelo : No Indica Procedencia : No Indica  
Serie : 2020065657 Ubicación : Sala de Ensayo de Materiales

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO

Capacidad de Indicación : 2000 g Capacidad Mínima(Min) : 0,20 g  
Resolución (d) : 0,01 g Número de Divisiones (n) : 20000  
Div. de Verificación (e): : 0,1 g (\*) Clase de Exactitud : II

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones; siguiendo el procedimiento PC-011 - 4ª Ed. : 2010 - Indecopi "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II"; este procedimiento cumple con los ensayos realizados a las balanzas de funcionamiento no automático de acuerdo a la NMP 003.2009.

Sello

Metrologo

Director Técnico



Daniel Vilchez Palco

Wilfredo Reyes Yzaguirre

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, es coherente con las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

# Certificado de Calibración

## LM23-C-567

Número de OI: 497-2023

### PATRONES UTILIZADOS

Patrón / Valor / Clase	Identificación y/o Serie	N° de Certificado	Trazabilidad
Pesa / 20 kg / F2	LM-IM-160	E3088-5270A-2022-1	LO JUSTO
Pesa / 1 kg / F1	LM-IM-105	LM-C-211-2023	DM - INACAL

### RESULTADOS

#### INSPECCIÓN VISUAL

- Ajuste de cero:	:	Tiene
- Oscilación libre:	:	Tiene
- Plataforma:	:	Tiene
- Escala:	:	No tiene

- Display:	:	Tiene
- Nivelación:	:	No tiene
- Sistema de traba:	:	No tiene
- Cursor:	:	No tiene

Condiciones Ambientales	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	22,0 °C
Humedad Relativa	69 %	68 %



#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Carga L1* (aproximadamente 50% Max)		
1000,001 g		
I	$\Delta L$	E
g	g	g
1000,06	0,005	0,059
1000,06	0,005	0,059
1000,07	0,005	0,069
1000,07	0,004	0,070
1000,06	0,004	0,060
1000,06	0,004	0,060
1000,07	0,004	0,070
1000,06	0,005	0,059
1000,07	0,005	0,069
1000,07	0,005	0,069
$\Delta E = E_{max} - E_{min}$		0,011 g
E.M.P		0,2g

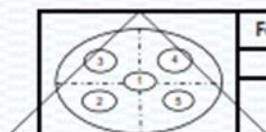
Carga L2* (aproximadamente 100% Max)		
2000,002 g		
I	$\Delta L$	E
g	g	g
1999,92	0,007	-0,084
1999,91	0,007	-0,094
1999,90	0,006	-0,103
1999,92	0,006	-0,083
1999,92	0,006	-0,083
1999,90	0,006	-0,103
1999,91	0,007	-0,094
1999,91	0,007	-0,094
1999,92	0,007	-0,084
1999,92	0,007	-0,084
$\Delta E = E_{max} - E_{min}$		0,020 g
E.M.P		0,3g

# Certificado de Calibración

## LM23-C-567

Número de OT: 497-2023

### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Forma del Platillo
CIRCULAR

Condiciones Ambientales	Inicial	Final
Temperatura	22,0 °C	22,1 °C
Humedad Relativa	68 %	68 %

Posición	Carga Mínima g	I g	$\Delta L$ g	E g
1	0,100	0,10	0,006	-0,001
2		0,09	0,004	-0,009
3		0,09	0,005	-0,010
4		0,10	0,006	-0,001
5		0,10	0,007	-0,002

Carga (L) g	I g	$\Delta L$ g	E g	Ec g	EMP
600,001	600,05	0,007	0,047	0,048	0,2 g
	600,06	0,006	0,058	0,067	0,2 g
	600,06	0,005	0,059	0,069	0,2 g
	600,06	0,005	0,059	0,060	0,2 g
	600,06	0,006	0,058	0,060	0,2 g

### ENSAYO DE PESAJE

Condiciones Ambientales	Inicial	Final
Temperatura	22,1 °C	22,2 °C
Humedad Relativa	68 %	68 %



Carga L g	Carga Creciente			
	I g	$\Delta L$ g	E g	Ec g
0,100	0,10	0,006	-0,001	
0,200	0,19	0,005	-0,010	-0,009
100,000	99,99	0,005	-0,010	-0,009
200,000	199,99	0,005	-0,010	-0,009
400,001	400,00	0,005	-0,001	0,000
500,001	499,99	0,006	-0,012	-0,011
500,001	500,00	0,004	0,000	0,001
1000,001	999,97	0,004	-0,030	-0,029
1200,001	1199,97	0,007	-0,033	-0,032
1400,002	1399,95	0,007	-0,054	-0,052
1600,002	1599,91	0,006	-0,093	-0,092
1700,002	1699,90	0,006	-0,103	-0,102
2000,002	1999,88	0,007	-0,114	-0,113

Carga L g	Carga decreciente				EMP
	I g	$\Delta L$ g	E g	Ec g	
					0,1 g
0,17	0,006	-0,031	-0,030	0,1 g	
99,92	0,005	-0,080	-0,079	0,1 g	
199,92	0,005	-0,080	-0,079	0,1 g	
399,94	0,005	-0,061	-0,060	0,1 g	
499,92	0,004	-0,080	-0,079	0,2 g	
799,92	0,005	-0,081	-0,080	0,2 g	
999,86	0,005	-0,141	-0,140	0,2 g	
1199,85	0,006	-0,152	-0,151	0,2 g	
1399,85	0,006	-0,153	-0,151	0,2 g	
1599,83	0,006	-0,173	-0,172	0,2 g	
1699,87	0,006	-0,133	-0,132	0,2 g	
1999,89	0,007	-0,114	-0,113	0,3 g	

# Certificado de Calibración

## LM23-C-567

Número de OT: 497-2023

### LEYENDA

L :	Carga colocada sobre la balanza	Ec :	Error corregido
I :	Indicación de la balanza	ΔL :	Carga Agregada
E :	Error encontrado	EMP :	Error Máximo Permissible.

### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN Y LECTURA CORREGIDA

#### Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 6,00 \times 10^{-10} R^2 + 7,00 \times 10^{-7} R + 9,08 \times 10^{-2} \text{ (***)}$$

$U_R$  : Incertidumbre expandida de medición expresada en (g)

#### Lectura Corregida

$$R_{\text{corregida}} = R + 4,24 \times 10^{-3} R$$

R : Indicación de lectura de la balanza (g)



### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre de medición calculada ( $U$ ), ha sido determinada a partir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza del 95%.

### OBSERVACIONES

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos única y exclusivamente para las condiciones del instrumento durante la calibración. SMC S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento calibrado. Los resultados de las calibraciones no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El certificado de calibración carece de validez sin las firmas de los responsables.

Una copia de este documento será mantenida en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "Servicio de Calibración".

Como no se cuenta con el manual o este no brinda información del coeficiente de deriva de la balanza por variación de temperatura, se ha considerado como  $\Delta T: 0,00001^\circ\text{C}^{-1}$ , según el PC-011-4<sup>th</sup> Ed.: 2010 - Indecopi "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II".

(\*) El Valor de "e", capacidad mínima y clase de exactitud están de acuerdo a la NMP-003 "Instrumentos de pesaje de Funcionamiento no Automático".

(\*\*\*) Incertidumbre reportada en función al CMC.

Se ajustó la balanza antes de su calibración: Si

Previo al ajuste del instrumento se encontraron los siguientes resultados para dos valores de carga.

Valor Nominal (g)	Carga (g)	Indicación (g)
Aprox. al 50 % de la cap. max.	1000,00	999,88
Aprox. al 100 % de la cap. max.	2000,00	1999,51

# Certificado de Calibración

## LT23-577

Número de OI: 497-2023

### CLIENTE

Razón Social : JVG INGENIERIA & GEOTECNIA S.A.C.  
Dirección : CALLE HURTADO MENDOZA NRO. 280 URB. SANTA LUZMILA (LIMA - LIMA - COMAS)

### FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2023-10-10  
Lugar de Calibración : Instalaciones del Cliente  
Fecha de Emisión : 2023-10-13

### EQUIPO A CALIBRAR : HORNO DE SECADO

Marca	: PERUTEST	Identificación	: No Indica
Modelo	: PT-H76	Procedencia	: No Indica
Serie	: 0159	Ubicación	: Sala de ensayos de materiales

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL OBJETO CALIBRADO

Tipo de Indicador	: Digital	Tipo de Selector	: Digital
Alcance de Escala	: 0 °C a 300 °C	Alcance de Escala	: 0 °C a 300 °C
División mínima	: 0,1 °C	División mínima	: 0,1 °C
Tipo de ventilación	: Forzada	Carga utilizada (%)	: 50 %
Superficies internas	: 2	Temperaturas de calibración	: 110 °C ± 5 °C
Posición de ventilación	: No Indica		

### MÉTODO PARA LA CALIBRACIÓN

La calibración se ha realizado mediante la determinación de la temperatura, por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018 - "Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" - SNM-INDECOPI (Segunda Edición) 2009.

Sello

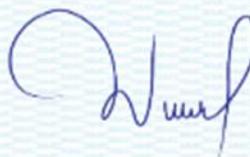


Metrologo



Daniel Vilchez Palco

Director Técnico



Wilfredo Reyes Yzaguirre

El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad a los patrones Nacionales o Internacionales, es coherente con las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).  
SMC S.A.C. - como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a su vez mantiene y calibra sus patrones de referencia para garantizar la trazabilidad de las mediciones que realiza, con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

# Certificado de Calibración

## LT23-577

Número de OT: 497-2023

**PATRONES UTILIZADOS**

Nombre del patrón	Identificación y/o Serie	Nº de Certificado	Trazabilidad
Termómetro Multicanal	LT-IM-30	LT23-333	SMC S.A.C.
Termohigrómetro	LT-IM-48	E510-0575A-2023-A	LO JUSTO S.A.C.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

	Temperatura	Humedad
Inicio	21,0 °C	75 %hr
Final	21,6 °C	70 %hr

**NOMENCLATURA**

- Indicación Equipo = Lecturas en el dispositivo de indicación del equipo calibrado.
- T.prom. = Temperatura promedio de los sensores por cada intervalo
- $\Delta T$  = Diferencia entre máxima y mínima temperatura en cada intervalo de registro
- T. PRO = Promedio de indicaciones corregidas para cada sensor durante el tiempo total.
- T. MAX = La máxima de las indicaciones para cada sensor durante el tiempo total.
- T. MIN = La mínima de las indicaciones para cada sensor durante el tiempo total.
- DTT = Desviación de Temperatura en el Tiempo


**RESUMEN DE RESULTADOS DE TEMPERATURA 110 °C ± 5 °C**

PARÁMETROS	Valor	Incertidumbre Expandida
Máxima temperatura registrada durante la calibración	113,3 °C	0,2 °C
Mínima temperatura registrada durante la calibración	108,3 °C	0,2 °C
Desviación de Temperatura en el Tiempo (DTT)	1,6 °C	0,1 °C
Desviación de Temperatura en el Espacio (DTE)	4,2 °C	0,2 °C
Estabilidad ( $\pm$ )	0,80 °C	0,05 °C
Uniformidad	4,7 °C	0,2 °C

**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN**

Las incertidumbres de medición calculadas ( $U$ ), han sido determinadas a partir de sus Incertidumbres estándares de medición combinadas, multiplicadas por el factor de cobertura  $k=2$ . Estos valores han sido calculados para un nivel de confianza del 95%.

**OBSERVACIONES**

La temperatura de trabajo esperada de 110 °C, el selector de temperatura del equipo ha sido programado a 110 °C

El servicio de calibración se realizó a 50 % de su carga.

La tolerancia encontrada para la temperatura de 110 °C, es de 5 °C

# Certificado de Calibración

## LT23-577

Número de OT: 497-2023

### NOTAS

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del equipo durante la calibración. SMC S.A.C. no se responsabiliza de ningún perjuicio que puedan derivarse del uso inadecuado del objeto calibrado.

Una copia de este documento será mantenida en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.

Los datos de los sensores registrados, han sido obtenidos luego de haber aproximado y estabilizado a la temperatura de trabajo dentro de la cámara durante : 1,5 horas

### CONCLUSION

**DURANTE LA CALIBRACION Y BAJO LAS CONDICIONES EN QUE ESTA HA SIDO REALIZADA, EL MEDIO ISOTERMO CUMPLE CON LOS LIMITES ESPECIFICADOS DE TEMPERATURA SALVO QUE EXISTA UNA NORMATIVA O RAZONES TÉCNICAS QUE SUSTENTEN DEBIDAMENTE LO CONTRARIO.**

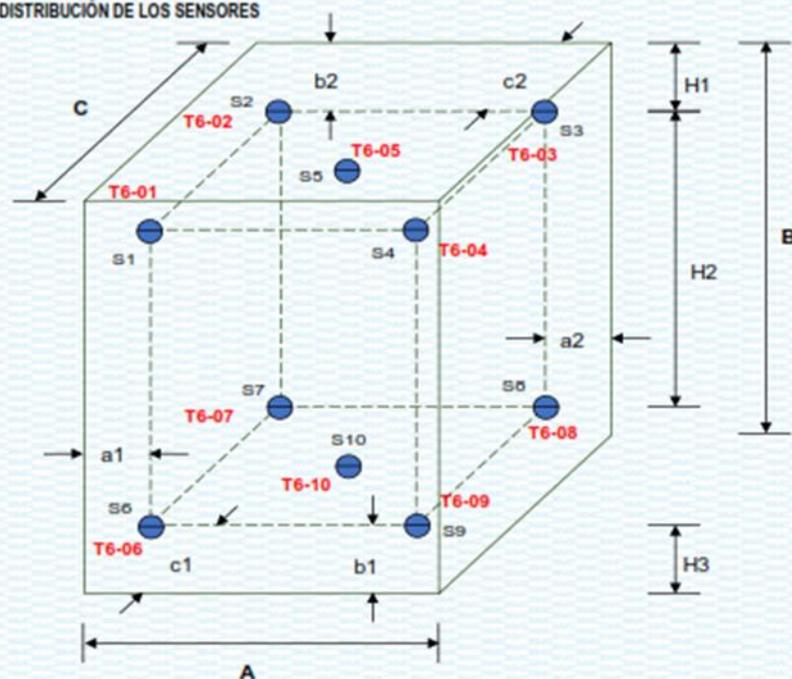


# Certificado de Calibración

## LT23-577

Número de OT: 497-2023

### DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES



● = Sensor de Temperatura

A, B, C = Dimensiones del Volumen Interno

Los sensores se colocaron en 2 planos



Dimensiones internas		
A	45,0	cm
B	44,5	cm
C	34,5	cm

Ubicación de los sensores					
a1	8,0	cm	a2	8,0	cm
b1	6,0	cm	b2	6,0	cm
c1	6,0	cm	c2	6,0	cm

Ubicación de las parrillas		
H1	14,0	cm
H3	11,0	cm
H2	20,0	cm

# Certificado de Calibración

## LT23-577

Número de OT: 497-2023

RESULTADOS DE MEDICIÓN

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo	t <sub>equi</sub> °C	Indicaciones corregidas de los 10 sensores expresados en °C										T. prom. °C	ΔT. °C
		T6-01	T6-02	T6-03	T6-04	T6-05	T6-06	T6-07	T6-08	T6-09	T6-10		
10-10 11h 14m	110,0	106,3	111,0	110,9	110,4	111,4	110,5	112,4	112,4	113,0	112,3	111,3	4,7
10-10 11h 16m	110,0	106,6	112,2	111,1	108,9	111,1	111,0	112,5	112,4	112,5	112,3	111,4	3,9
10-10 11h 18m	110,0	106,9	112,4	110,7	110,0	111,4	110,9	112,5	112,5	112,4	112,4	111,4	3,5
10-10 11h 20m	110,0	106,4	111,0	111,2	110,6	111,2	110,3	112,4	112,5	112,9	112,4	111,4	4,5
10-10 11h 22m	110,0	106,6	112,1	111,0	108,9	111,0	110,0	112,4	112,4	112,4	112,3	111,3	3,8
10-10 11h 24m	110,0	106,6	111,6	110,7	110,2	111,4	110,7	112,4	112,3	112,8	112,4	111,3	4,2
10-10 11h 26m	110,0	106,4	112,6	111,5	110,5	111,0	110,5	112,5	112,7	112,6	112,5	111,5	4,4
10-10 11h 28m	110,0	106,6	112,5	111,2	110,1	111,3	111,0	112,6	112,6	112,6	112,6	111,5	3,8
10-10 11h 30m	110,0	106,7	112,2	110,8	108,9	111,2	110,8	112,3	112,3	112,6	112,4	111,4	4,1
10-10 11h 32m	110,0	106,9	113,1	111,1	110,0	111,2	110,9	112,7	112,6	112,6	112,6	111,6	4,1
10-10 11h 34m	110,0	106,2	112,9	111,2	110,4	111,7	111,2	112,6	112,6	113,0	113,0	111,6	3,8
10-10 11h 36m	110,0	106,3	112,3	111,5	110,4	111,0	110,5	112,4	112,4	112,6	112,6	111,4	4,5
10-10 11h 38m	110,0	106,5	111,9	110,9	110,6	111,5	110,6	112,3	112,4	112,9	112,6	111,4	4,4
10-10 11h 40m	110,0	106,7	112,3	110,9	108,9	111,1	111,0	112,4	112,5	112,4	112,5	111,4	3,8
10-10 11h 42m	110,0	106,1	112,6	110,9	110,4	111,7	110,9	112,6	112,7	113,1	112,9	111,7	4,0
10-10 11h 44m	110,0	106,2	112,6	111,1	110,5	111,9	111,0	112,6	112,6	113,3	113,1	111,6	4,1
10-10 11h 46m	110,0	106,0	112,4	111,2	110,1	111,4	111,1	112,7	112,7	112,7	112,6	111,6	3,8
10-10 11h 48m	110,0	106,6	112,6	111,6	110,6	111,2	110,8	112,6	112,6	113,0	112,9	111,7	4,4
10-10 11h 50m	110,0	106,6	112,4	111,5	111,0	111,6	110,6	112,7	112,6	113,2	113,1	111,6	4,4
10-10 11h 52m	110,0	106,5	111,5	111,1	110,6	111,4	110,4	112,3	112,4	113,2	112,6	111,4	4,7
10-10 11h 54m	110,0	106,4	112,2	111,4	110,5	111,1	110,4	112,4	112,5	113,0	112,7	111,5	4,6
10-10 11h 56m	110,0	106,6	112,4	111,3	110,7	111,5	110,7	112,5	112,6	113,0	112,9	111,6	4,4
10-10 11h 58m	110,0	106,9	112,7	111,0	110,2	111,6	111,1	112,6	112,6	112,6	112,9	111,6	4,0
10-10 12h 00m	110,0	106,6	111,6	111,0	110,6	111,2	110,3	112,3	112,4	112,6	112,5	111,3	4,2
10-10 12h 02m	110,0	106,1	112,6	111,2	110,2	111,6	111,2	112,6	112,6	112,6	113,0	111,7	3,9
10-10 12h 04m	110,0	106,6	112,4	111,6	110,5	111,2	110,6	112,6	112,7	112,7	112,6	111,6	4,2
10-10 12h 06m	110,0	106,4	111,8	111,4	110,6	111,2	110,4	112,3	112,4	113,0	112,6	111,4	4,6
10-10 12h 08m	110,0	106,7	112,3	111,3	110,8	111,7	110,7	112,6	112,6	113,1	113,0	111,7	4,4
10-10 12h 10m	110,0	106,6	112,2	111,5	110,4	111,1	110,7	112,5	112,6	112,6	112,7	111,5	4,2
10-10 12h 12m	110,0	106,7	112,6	111,6	110,6	111,3	110,5	112,6	112,7	113,1	112,9	111,7	4,4
10-10 12h 14m	110,0	106,5	112,5	111,4	110,8	111,3	110,4	112,5	112,6	113,1	112,9	111,6	4,6
<b>T. PROM.</b>	110,0	106,7	112,3	111,2	110,4	111,4	110,7	112,5	112,6	112,9	112,7	Temperatura promedio general	
<b>T. MAX</b>	110,0	106,2	113,1	111,6	111,0	111,9	111,2	112,6	112,6	113,3	113,1	111,6	
<b>T. MIN</b>	110,0	106,3	111,5	110,7	108,9	111,0	110,3	112,3	112,3	112,4	112,3	111,3	
<b>DTT</b>	0,0	0,9	1,6	0,9	1,1	0,9	0,9	0,5	0,5	0,9	0,8	111,5	



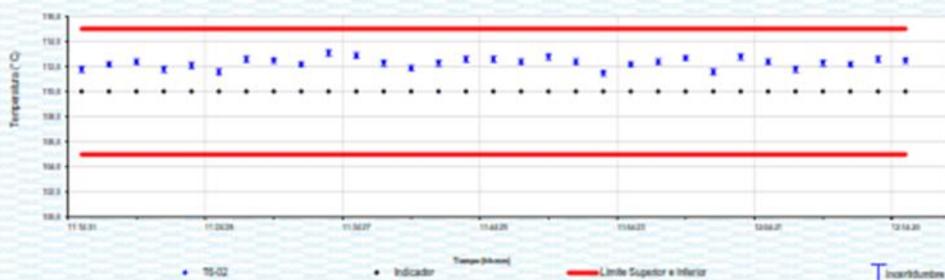
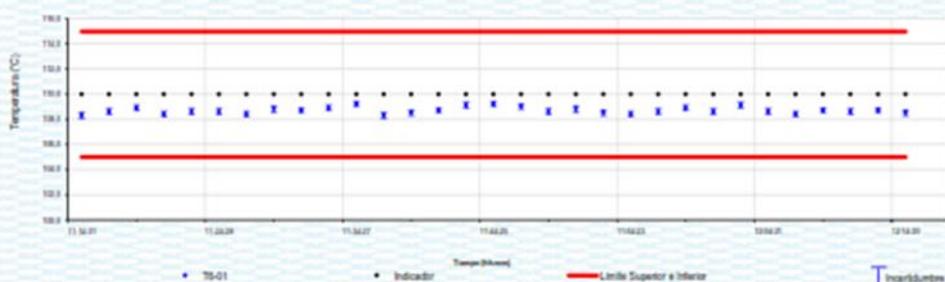
# Certificado de Calibración

## LT23-577

Número de OT: 497-2023

GRÁFICO DE ESTABILIDAD DE TEMPERATURAS

PARA LA TEMPERATURA DE  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$   
NIVEL SUPERIOR



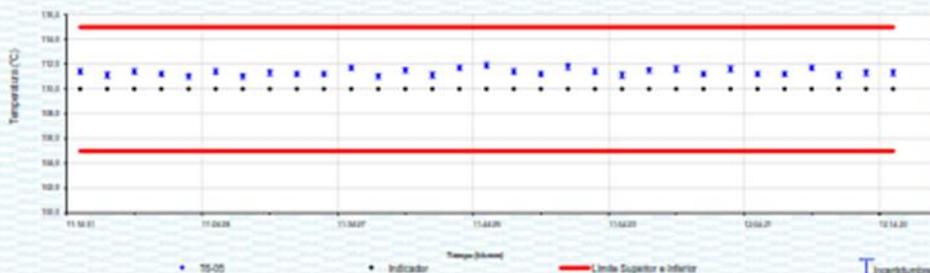
# Certificado de Calibración

## LT23-577

Número de OT: 497-2023

GRÁFICO DE ESTABILIDAD DE TEMPERATURAS

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C ± 5 °C  
NIVEL SUPERIOR



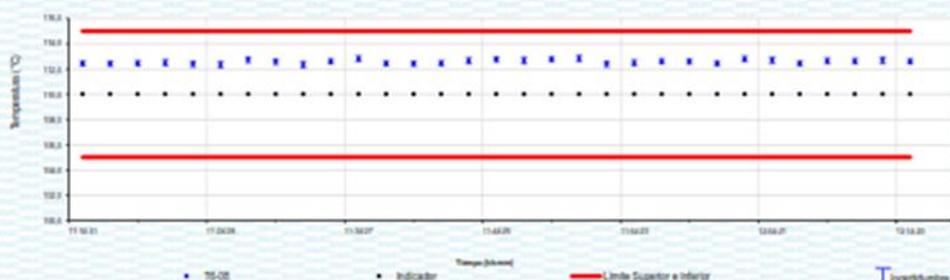
# Certificado de Calibración

## LT23-577

Número de OT: 497-2023

GRÁFICO DE ESTABILIDAD DE TEMPERATURAS

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C ± 5 °C  
NIVEL INFERIOR





# Certificado de Calibración

## LT23-577

Número de OT: 497-2023

FOTOGRAFÍA MOSTRANDO LAS CARGAS Y LOS SENSORES DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO



Anexo 11. Boleta de ensayos de laboratorio (doc. que sustente)

<b>JVG INGENIERIA &amp; GEOTECNIA S.A.C.</b> A.V. RESID. EL OASIS DORADO MZA. D LOTE. 3 ALT. KM.20.5 COMISARIA EL PROGRESO CARABAYLLO - LIMA - LIMA		<b>FACTURA ELECTRONICA</b> RUC: 20605579958 E001-163																								
Fecha de Emisión : 28/10/2023 Señor(es) : CHAUCA HOYOS PIERO BRYANN RUC : 10476878735 Dirección del Cliente : LAS AZUCENAS 207 ---- SANTA ISABEL A UNA CUADRA DEL COLEGIO SANTA ISABEL LIMA-LIMA-CARABAYLLO Tipo de Moneda : SOLES Observación : MONTO AFECTO A DETRACCION BN:00-026-055350	Forma de pago: Contado																									
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario	ICBPER																						
3.00	UNIDAD	EXCAVACION DE CALICATA	45.00	0.00																						
1.00	UNIDAD	ANALISIS GRANULOMETRICO DE CENIZA DE MADERA	30.00	0.00																						
1.00	UNIDAD	ENSAYO DE CBR	100.00	0.00																						
1.00	UNIDAD	3 DISEÑOS DE MEZCLA Y ENSAYOS DE ASENTAMIENTO SLUMP DE CONCRETO INCLUIDO ENSAYOS FISICOS DE AGREGADOS	195.00	0.00																						
3.00	UNIDAD	ENSAYO DE CLASIFICACION DE SUELOS	60.00	0.00																						
45.00	UNIDAD	ENSAYO DE COMPRESION DE CONCRETO	6.00	0.00																						
15.00	UNIDAD	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO	10.00	0.00																						
45.00	UNIDAD	MOLDEO DE PROBETAS	6.00	0.00																						
15.00	UNIDAD	MOLDEO DE VIGAS	10.00	0.00																						
1.00	UNIDAD	CALCINACION DE MADERA	50.00	0.00																						
Valor de Venta de Operaciones Gratuitas : S/ 0.00		<table border="1"> <tr> <td>Sub Total Ventas :</td> <td>S/ 1,530.00</td> </tr> <tr> <td>Anticipos :</td> <td>S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Descuentos :</td> <td>S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Valor Venta :</td> <td>S/ 1,530.00</td> </tr> <tr> <td>ISC :</td> <td>S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>IGV :</td> <td>S/ 275.40</td> </tr> <tr> <td>ICBPER :</td> <td>S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Otros Cargos :</td> <td>S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Otros Tributos :</td> <td>S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Monio de redondeo :</td> <td>S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Importe Total :</td> <td>S/ 1,805.40</td> </tr> </table>			Sub Total Ventas :	S/ 1,530.00	Anticipos :	S/ 0.00	Descuentos :	S/ 0.00	Valor Venta :	S/ 1,530.00	ISC :	S/ 0.00	IGV :	S/ 275.40	ICBPER :	S/ 0.00	Otros Cargos :	S/ 0.00	Otros Tributos :	S/ 0.00	Monio de redondeo :	S/ 0.00	Importe Total :	S/ 1,805.40
Sub Total Ventas :	S/ 1,530.00																									
Anticipos :	S/ 0.00																									
Descuentos :	S/ 0.00																									
Valor Venta :	S/ 1,530.00																									
ISC :	S/ 0.00																									
IGV :	S/ 275.40																									
ICBPER :	S/ 0.00																									
Otros Cargos :	S/ 0.00																									
Otros Tributos :	S/ 0.00																									
Monio de redondeo :	S/ 0.00																									
Importe Total :	S/ 1,805.40																									
<b>SON: UN MIL OCHOCIENTOS CINCO Y 40/100 SOLES</b>																										
Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.																										