



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Evaluación de la ceniza de madera y polvo de vidrio residual en el  
pavimento rígido  $f'c: 280 \text{ kg/cm}^2$ , Andahuaylas, 2022

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

**AUTORES:**

Ponceca Anca, Fredy

<https://orcid.org/0000-0002-8148-8954>

Ponceca Quispe, Wilman

<https://orcid.org/0000-0002-1447-6910>

**ASESOR:**

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo

<https://orcid.org/0000-0002-0655-523X>

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**Lima - Perú**

**2022**

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi padre, quien me enseñó a luchar hasta el final y no rendirme, gracias por ser ese soporte.

A mi madre por su apoyo constante e incondicional, sus sabios consejos y por su inmenso amor.

A mis hermanos que siempre creyeron en mí y nunca dudaron de mi capacidad.

A mis amistades que siempre me dieron las fuerzas de seguir adelante.

*Ponceca Anca, Fredy*

Este trabajo investigativo se lo dedico principalmente a Dios todopoderoso, por ser mi fortaleza y mi fuente de apoyo eterno cuando sentía que no podría alcanzar mis sueños y metas. A mis padres por ese apoyo incondicional que nunca faltó hasta la actualidad.

A mis hermanos por su apoyo en las buenas y malas situaciones de la vida.

*Ponceca Quispe, Wilman*

## **AGRADECIMIENTO**

A mis profesores, que me brindaron lo mejor de cada uno de ellos y me enseñaron a dar lo mejor siempre.

*Ponceca Anca, Fredy*

Agradezco a mis docentes, de la facultad de Ingeniería Civil, por haber compartido sus conocimientos académicos y profesionales, quienes me han guiado con su paciencia y rectitud hasta hoy.

A mi Dios por permitirme lograr este objetivo y meta uno de varios que pretendo lograr.

A mis padres y hermanos por el apoyo incondicional.

*Ponceca Quispe, Wilman*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA .....	14
3.1. Tipo y Diseño de investigación. ....	14
3.2. Variable y operacionalización.....	15
3.3. Población, Muestra y Muestreo.....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	19
3.5. Procedimientos .....	20
3.6. Método de análisis de datos .....	21
3.7. Aspectos éticos .....	22
IV. RESULTADOS .....	23
V. DISCUSIÓN .....	55
VI. CONCLUSIONES .....	58
VII. RECOMENDACIONES .....	60
REFERENCIAS .....	61
ANEXOS.....	1
ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	2
ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	3
ANEXO 3: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	4
Instrumento de recolección de datos .....	4
Ficha de recolección de datos .....	5
ANEXO 4: FICHAS DE RESULTADOS DE LABORATORIO .....	6
ANEXO 5: PLANOS DE UBICACIÓN.....	23
ANEXO 6: PANEL FOTOGRÁFICO .....	24
ANEXO 7: FOTOCAPTURA DE % TURNITIN .....	28

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Cuantía de probetas de investigación para el ensayo a compresión axial $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	18
<b>Tabla 2.</b> Cuantía de probetas de investigación para el ensayo a compresión flexión $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	18
<b>Tabla 3.</b> Cuantía de probetas de investigación para el ensayo de Asentamiento $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	18
<b>Tabla 4.</b> Resumen de ensayos a elaborar en la investigación de estudio .....	20
<b>Tabla 5.</b> Cualidades físicas de la ceniza de madera .....	25
<b>Tabla 6.</b> Cualidades físicas del polvo de vidrio residual .....	25
<b>Tabla 7.</b> Análisis granulométrico del material pétreo fino .....	26
<b>Tabla 8.</b> Análisis granulométrico del material pétreo recio .....	27
<b>Tabla 9.</b> Contenido de humedad del material fino .....	28
<b>Tabla 10.</b> Contenido de humedad del material recio .....	28
<b>Tabla 11.</b> Ensayos de peso específico y absorción del material fino .....	29
<b>Tabla 12.</b> Ensayos de peso específico y absorción del material recio .....	29
<b>Tabla 13.</b> Peso unitario suelto del material fino .....	30
<b>Tabla 14.</b> Peso unitario suelto del material recio .....	30
<b>Tabla 15.</b> Peso unitario compactado del material fino.....	30
<b>Tabla 16.</b> Peso unitario compactado de material recio .....	31
<b>Tabla 17.</b> Materiales y proporciones para el diseño de mezclas en función de peso– Ceniza de madera residual.....	31
<b>Tabla 18.</b> Materiales y proporciones para el diseño de mezclas en función al peso- Polvo vidrio residual .....	32
<b>Tabla 19.</b> Pruebas en el concreto fresco con adición de ceniza de madera .....	32
<b>Tabla 20.</b> Pruebas en el concreto fresco con adición de polvo de vidrio residual .	36
<b>Tabla 21.</b> Fortaleza a la compresión axial de las probetas a los 7 días .....	39
<b>Tabla 22.</b> Fortaleza a la compresión axial de las probetas a los 14 días .....	40
<b>Tabla 23.</b> Fortaleza a la compresión axial de las probetas a los 28 días .....	41
<b>Tabla 24.</b> Fortaleza a la compresión axial de las probetas a los 7 días .....	42
<b>Tabla 25.</b> Fortaleza a la compresión axial de las probetas a los 14 días .....	43
<b>Tabla 26.</b> Fortaleza a la compresión axial de las probetas a los 28 días .....	44

<b>Tabla 27.</b> Fortaleza a la flexión de las probetas a los 28 días .....	45
<b>Tabla 28.</b> Fortaleza a la flexión de las probetas a los 28 días .....	46
<b>Tabla 29.</b> Ensayo de consistencia del concreto + adición de ceniza de madera (CM) .....	47
<b>Tabla 30.</b> Ensayo de consistencia del concreto + sustitución de polvo de vidrio (PV) .....	48
<b>Tabla 31.</b> Clasificación de consistencia del concreto .....	48
<b>Tabla 32.</b> Resistencias a la compresión axial promedio del concreto - CM .....	50
<b>Tabla 33.</b> Resistencias a la compresión axial promedio del concreto - PV .....	50
<b>Tabla 34.</b> Resistencias a la flexión promedio del concreto - CM.....	52
<b>Tabla 35.</b> Resistencias a la flexión promedio del concreto - PV.....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Esquema de procesos de procedimiento del estudio .....	21
<b>Figura 2:</b> Mapa de localización del distrito de Andahuaylas .....	23
<b>Figura 3:</b> Proceso de adquisición de ceniza de madera y polvo de vidrio residual .....	24
<b>Figura 4.</b> Curva granulométrica del material fino .....	26
<b>Figura 5.</b> Curva granulométrica del material pétreo recio .....	27
<b>Figura 6.</b> Gráfica resumen de variación del asentamiento con ceniza de madera .....	33
<b>Figura 7.</b> Gráfica resumen de variación de la temperatura con ceniza de madera .....	34
<b>Figura 8.</b> Gráfica resumen de variación del peso unitario fresco con ceniza de madera .....	35
<b>Figura 9.</b> Gráfica resumen de variación del asentamiento con polvo de vidrio residual .....	36
<b>Figura 10.</b> Gráfica resumen de variación de la temperatura con polvo de vidrio residual .....	37
<b>Figura 11.</b> Gráfica resumen de variación del peso unitario con polvo de vidrio residual .....	38
<b>Figura 12.</b> Gráfico de la variación de la fortaleza a la compresión axial a los 7 días .....	39
<b>Figura 13.</b> Gráfico de la variación de la fortaleza a la compresión axial a los 14 días .....	40
<b>Figura 14.</b> Gráfico de la variación de la fortaleza a la compresión axial a los 28 días .....	41
<b>Figura 15.</b> Gráfico de la variación de la fortaleza a la compresión a los 7 días. ...	42
<b>Figura 16.</b> Gráfico de la variación de la fortaleza a la compresión a los 14 días. .	43
<b>Figura 17.</b> Gráfico de la variación de la fortaleza a la compresión a los 28 días. .	44
<b>Figura 18.</b> Gráfico de la variación de la fortaleza a la flexión a los 28 días. ....	45
<b>Figura 19.</b> Gráfico de la variación de la fortaleza a la flexión a los 28 días. ....	46
<b>Figura 20.</b> Ensayo de consistencia del concreto en el laboratorio.....	47

<b>Figura 21.</b> Gráfica de resistencia de la compresión axial de las probetas cilíndricas.....	49
<b>Figura 22.</b> Gráfica de resistencia de la compresión axial de las probetas cilíndricas con ceniza de madera (CM) .....	50
<b>Figura 23.</b> Gráfica de resistencia de la compresión axial de las probetas cilíndricas con polvo de vidrio (PV) .....	51
<b>Figura 24.</b> Gráfica de resistencia de flexión de las probetas prismáticas.....	52
<b>Figura 25.</b> Gráfica de resistencia de flexión de las probetas prismáticas con ceniza de madera (CM).....	53
<b>Figura 26.</b> Gráfica de resistencia de flexión de las probetas prismáticas con polvo de vidrio (PV) .....	53
<b>Figura 27:</b> Mapa del Perú .....	<b>Figura 28:</b> Mapa de Apurímac
23	
<b>Figura 29:</b> Localización de la carretera Av. Sta. Cruz-Distrito de Andahuaylas ....	23

## RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo principal, Evaluar la influencia de la ceniza de madera y polvo de vidrio residual en las propiedades del pavimento rígido f'c: 280 kg/cm<sup>2</sup>, Andahuaylas, 2022. La metodología es de tipo aplicada, el diseño cuasi experimental. Los resultados según los objetivos específicos al adicionar la ceniza de madera (CM) en 8%, 12% y 16% respecto al peso del cemento y polvo de vidrio (PV) en 15%, 25% y 35% sustituyendo respecto al peso del agregado fino, fueron: el primer objetivo fue determinar la consistencia, el cual va disminuyendo a mayor adición de CM, disminuye hasta en 40%, en el PV manifiesta un crecimiento del asentamiento con respecto al patrón, incrementando hasta un 12.5%. Segundo objetivo específico fue determinar la resistencia a compresión, con el 8% de ceniza desarrolla mayor resistencia, la sustitución con el PV tuvo un comportamiento superior a la muestra patrón, con 25% se obtiene una mayor resistencia. Tercer objetivo fue determinar la resistencia a flexión, con el 8% de CM acrecentó la resistencia a flexión y el resto no alcanzó al patrón, el PV mejoro su resistencia respecto al patrón y empieza decrecer con el 35%.

**Palaras clave:** ceniza de madera, polvo de vidrio, flexión, asentamiento, carga axial.

## ABSTRACT

The main objective of this research is to evaluate the influence of wood ash and residual glass dust on the properties of rigid pavement  $f'c$ : 280 kg/cm<sup>2</sup>, Andahuaylas, 2022. The methodology is applied, the quasi-experimental design. The results according to the specific objectives when adding wood ash (CM) in 8%, 12% and 16% with respect to the weight of the cement and glass powder (PV) in 15%, 25% and 35% substituting with respect to the weight of the cement. fine aggregate, were: the first objective was to determine the consistency, which decreases with greater addition of CM, decreases up to 40%, in the PV it shows a growth of the settlement with respect to the pattern, increasing up to 12.5%. The second specific objective was to determine the compressive strength, with 8% ash it develops greater resistance, the substitution with PV had a superior behavior to the standard sample, with 25% greater resistance is obtained. Third objective was to determine the resistance to bending, with 8% of CM the resistance to bending increased and the rest did not reach the pattern, the PV improved its resistance with respect to the pattern and begins to decrease with 35%.

**Keywords:** wood ash, glass powder, bending, settlement, axial load.

## I. INTRODUCCIÓN

Al lograrse desarrollar mejores características significativas en las propiedades del concreto estructural con un material residual, se reduciría los costos por metro cúbico, una mejor trabajabilidad al momento de su colado en obra y por ende se obtendría mejores resistencias de las que se obtiene en el diseño convencional. Si lograrse obtener desarrollar mejoras en sus propiedades físicas como mecánicas del concreto, las cantidades de cemento se reduciría (al ser el material de mayor costo para la preparación de concreto), asimismo, los índices de contaminación medioambiental se reducirían al mínimo. **A nivel internacional**, los procedimientos de sustitución de ceniza de madera y polvo de vidrio residual para una mejora en las cualidades de las características físicas-mecánicas del concreto, en distintos países como Irak e India, entre otras, en tanto en Irak, Tejo M. et al. (2018), hoy en día la eliminación de ceniza de madera se ha convertido en un problema frecuente desde los últimos 10 años, se sabe que la ceniza de madera es un material puzolánico que puede mezclarse en el concreto parcialmente con el cemento, donde se busca incrementar sus capacidades mecánicas como sus resistencia<sup>1</sup>. Estudios recientes sobre el uso de ceniza de madera como suplemento del concreto parecen ser una solución viable no solo para el problema medioambiental, sino también para obras de construcción. En India, Soto, I. & Antonio, R. (2016), en tanto, las grandes concentraciones de polvo residual (piedra de origen basáltico) de canteras hacen que en la actualidad pueda traducirse en concentraciones masivas, los cuales diversos factores deben hacer posible su utilización en la elaboración del concreto<sup>2</sup>. Asimismo, en India, Balan, I. et al. (2021), menciona que la incorporación de residuos de vidrio en el hormigón reduce la temperatura en 7.9°C más fría que la mezcla de control, en el pavimento, siendo como un reemplazo parcial de agregados finos, indica que no hay una reducción significativa en resistencia mecánica hasta un 10% de dosis de reemplazo con vidrio reduciendo tensiones máximas de alabeo con respecto a la mezcla de control hasta el 75.15%<sup>3</sup>. **A nivel Nacional**, es relevante mencionar que en el presente residimos una situación de transiciones en la ciencia y tecnología, es por consiguiente que entorno a la región se plantea retos para la ingeniería civil, impulsando para el progreso técnico que garantice mejoras en las propiedades del concreto estructural, se debe optar por materiales que se encuentran en zonas del Perú. En diversas zonas del

Perú como Chimbote, tenemos a, Toledo, R. (2019), el cual hace mención en investigaciones de años recientes basadas en la sustentabilidad, que las sustituciones con material de ceniza de algunos vegetales aportan mayores niveles de resistencia es por el gran contenido de sílice que poseen distintos vegetales<sup>4</sup>. En Moyobamba, Chamouli, I. y Paredes, M. (2019), constatan que la falta de investigación o complementación de una nueva tecnología, lo cual se podría incluir y darle un uso en el concreto para la búsqueda de nueva tecnología conjuntamente con la ceniza de madera<sup>5</sup>. En Huancavelica, Lobatón, J. (2019), la inclusión del polvo de vidrio en el concreto estructural la granulometría en la malla N°4 incide en las propiedades mecánicas a la flexión pues logra sobrepasar la fortaleza del modelo base en un 3.37%, lo que redundando en una reducción del espesor del pavimento<sup>6</sup>.

**A nivel local**, en los últimos años se han creado depósitos acumulando extensiones de tierra, la cual origina una contaminación medioambiental tanto la acumulación de botellas de vidrio (botellas de beber comerciales de la zona o externas), asimismo, las cenizas de madera (madera que se quema para la cocción de las ladrilleras de la zona). **El distrito de Andahuaylas**, se halla en la zona de la sierra del Perú. Donde actualmente se presenta el problema es a los alrededores de la acumulación de desechos humanos, donde existe grandes cúmulos de botellas de vidrio el cual se le requiere dar un uso, igualmente diversas ladrilleras utilizan diferentes tipos de madera para realizar la cocción de los ladrillos artesanales, la cual generan grandes cantidades de cenizas de madera, que terminan en botaderos en zonas cercanas al pueblo, lo cual produce acumulación de estos materiales residuales. En tanto, observando estos problemas en la zona de Andahuaylas, generado por gestiones de autoridades redundando en una mala gestión de los residuos orgánicos e inorgánicos resultando en la generación de problemas medioambientales alrededores en el mismo pueblo; por ello se propone como incorporaciones materiales residuales en la mezcla del concreto, en diversos porcentajes evaluando la influencia en sus características físicas-mecánicas del concreto.

**Formulación del Problema:** La utilización de la ceniza de madera y el polvo de vidrio residual, viene siendo un material en desuso y contempla buenas propiedades para el adicionamiento del concreto; ante esto para mejorar la cualidad

del concreto convencional se planteó la mejora adicionando el cemento por el uso de la ceniza de madera en 0%, 8%, 12% y 16% y polvo de vidrio residual en 0%, 15%, 25% y 35%, respecto al peso del agregado fino sustituyendo este material y así logre mantener condiciones óptimas en su asentamiento en estado fresco, aumentar su fortaleza a la compresión, y por ende aumentar su fortaleza a la flexión. Por ello, que en la presente investigación se ha planteado el siguiente **Problema General**: ¿De qué manera influye la ceniza de madera en 0%, 8%, 12% y 16% respecto al peso del cemento y polvo de vidrio residual en 0%, 15%, 25% y 35% respecto al peso del agregado fino en las propiedades del concreto  $f'c:280 \text{ kg/cm}^2$ , Andahuaylas, 2022? Asimismo, se planteó los **Problemas Específicos**: **PE1**:¿Cuánto influye las cenizas de madera y polvo de vidrio residual en el asentamiento en el estado fresco del concreto  $f'c:280 \text{ kg/cm}^2$ , Andahuaylas, 2022?; **PE2**:¿Cuánto influye las cenizas de madera y polvo de vidrio residual en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c:280 \text{ kg/cm}^2$ , Andahuaylas, 2022?; **PE3**:¿Cuánto influye las cenizas de madera y polvo de vidrio residual en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c:280 \text{ kg/cm}^2$ , Andahuaylas, 2022?.

### **Justificación del Problema**

En lo que corresponde a la justificación de la investigación: Se tiene desde el **ámbito ambiental**, justificándose porque posibilita la utilización de materiales que se almacena en depósitos o áreas de terreno sin uso transformándose en un material residual posibilitando un uso como sustituyente del cemento, con el uso se mitigará la contaminación ambiental de la zona de los alrededores del pueblo de Andahuaylas-Apurímac, disminuyendo considerablemente los niveles de contaminación de residuos en las vidrio residual y de igual manera utilizar la producción residual de la ceniza de madera producida de las ladrilleras artesanales. En el **ámbito social** pues este estudio científico aspira cooperar al reaprovechamiento de materiales, indirectamente se le dará otro valor agregado a este producto de desecho, lo cual se estaría ampliando las ramas de inclusiones al concreto para mejorar sus características para uso de la sociedad en la ciudad de Andahuaylas. En el **ámbito técnico** en el aspecto técnico pues en la inventiva y tecnología de incorporar al concreto material residuales proveniente de forma natural como también de forma no natural como la creación de residuos en cenizas de quema de madera natural y polvo de vidrio residual, ello denota en desenvolver

con la colectividad a aceptar nuevas opciones para obtener mejores resultados en las propiedades del concreto con datos científicos sustentados. En el **ámbito económico** la reducción del costo por metro cúbico estaría aportando la reducción del costo por metro cúbico del concreto para utilizarlo en pavimentos rígidos con ambas adiciones lo cual para la construcción de vías urbanas aportaría mucho para conectar a más familias.

En la siguiente investigación se propone la **Hipótesis General**: La adición de la ceniza de madera en función al peso del cemento y la sustitución de agregado fino por polvo de vidrio residual mejora significativamente las propiedades del concreto  $f'c:280 \text{ kg/cm}^2$ , Andahuaylas, 2022.

Similarmente se planteó las **Hipótesis Específicas**: **HE1**: La adición de la ceniza de madera en función al peso del cemento y la sustitución de agregado fino por polvo de vidrio residual mantiene en óptimas condiciones el asentamiento del concreto  $f'c:280 \text{ kg/cm}^2$ , Andahuaylas, 2022; **HE2**: La adición de la ceniza de madera en función al peso del cemento y la sustitución de agregado fino por polvo de vidrio residual aumenta la resistencia a la compresión del concreto  $f'c:280 \text{ kg/cm}^2$ , Andahuaylas, 2022; **HE3**: La adición de la ceniza de madera en función al peso del cemento y la sustitución de agregado fino por polvo de vidrio residual aumenta la resistencia a la flexión del concreto  $f'c:280 \text{ kg/cm}^2$ , Andahuaylas, 2022.

También se planteó el **Objetivo General**: Evaluar la influencia de la ceniza de madera y polvo de vidrio residual en las propiedades del pavimento rígido  $f'c: 280 \text{ kg/cm}^2$ , Andahuaylas, 2022. En forma similar se planteó los **Objetivos Específicos**: **OE1**: Determinar la influencia adicionando la ceniza de madera en 0%, 8%, 12% y 16% en función al peso del cemento y la sustitución agregado fino por polvo de vidrio residual 0%, 15%, 25% y 35% sobre el asentamiento del concreto  $f'c:280 \text{ kg/cm}^2$ , Andahuaylas, 2022; **OE2**: Determinar la influencia adicionando la ceniza de madera en 0%, 8%, 12% y 16% en función al peso del cemento y la sustitución agregado fino por polvo de vidrio residual 0%, 15%, 25% y 35% sobre la resistencia a la compresión del concreto  $f'c:280 \text{ kg/cm}^2$ , Andahuaylas, 2022; **OE3**: Determinar la influencia adicionando la ceniza de madera en 0%, 8%, 12% y 16% en función al peso del cemento y la sustitución agregado fino por polvo de vidrio residual 0%, 15%, 25% y 35% sobre la resistencia a la flexión del concreto  $f'c:280 \text{ kg/cm}^2$ , Andahuaylas, 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

A nivel Internacional se tiene a **Jiménez, M. y Zambrano, V. (2019)**, su investigación tuvo como **objetivo principal**: evaluar la aplicación de fibras provenientes de sorbetes en la elaboración de hormigón para pavimentos rígidos situada en Guayaquil, fue un estudio de **tipo** aplicada y enfoque cuantitativo, teniendo como **población** probetas cilíndricas y viguetas de concreto, y un muestreo de 16 cilindros y 16 vigas y diferentes cuantías de fibra a los 7, 14 y 28 días para  $f'c$  : 280 kg/cm<sup>2</sup> y 300 kg/cm<sup>2</sup> en dosis en peso de 20, 30, 40 y 50 grs de fibra de sorbetes, a los que se realizaran experimentos en la fortaleza a la compresión y en la fortaleza a la flexión, como **resultados** que para la sustitución en peso en 20, 30, 40 y 50 grs la fortaleza a flexión en  $f'c$ :280 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días fue 33.24, 40.04, 42.93 y 42.31 MPa y para  $f'c$ :300 kg/cm<sup>2</sup> fue de 34.38, 41.56, 43.07 y 44.12 MPa, en tanto la fortaleza a compresión en  $f'c$ :280 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días fue 280, 283, 297 y 289 kg/cm<sup>2</sup> y para  $f'c$ :300 kg/cm<sup>2</sup> fue de 299, 303, 320 y 308 kg/cm<sup>2</sup>, **concluyeron** en que la resistencia a flexión crece cuando se agrega de 1.17 kg de fibra/m<sup>3</sup> a 1.76 kg de fibra/m<sup>3</sup> considerándolo una dosis óptima para obtener resultados favorables en cuanto a la resistencia a la flexión y compresión<sup>7</sup>.

**Díaz, P. y López, R. (2018)**, su investigación tuvo como **propósito principal**: analizar el comportamiento del concreto hidráulico adicionado con materiales no convencionales, escoria de horno eléctrico EAFS y polvo de vidrio reciclado PVR en reemplazo parcial de los agregados en volumen en Colombia, agregado grueso en 25% y 75% de EAFS y sustitución del agregado fino por PVR en 20%, 30% y 40% para una resistencia de diseño mínima de 28 MPa por el método del ACI 211.1, se llevó una investigación de **clase** aplicada y diseño experimental, con una **comunidad** total de 108 probetas cilíndricas y 12 vigas y con una muestra de probetas de concreto y con un muestreo de testigos cilíndricas de 100 mm y 200 mm y prismáticas 150 mm x 150 mm x 500 mm a los que se realizaran ensayos de revenimiento, de fortaleza a la compresión a los 7 y 28 días, flexotracción y módulo de elasticidad ejecutándose a los 7, 14 y 28 días, teniendo **resultado** a la fortaleza a la compresión a los 28 días dio como dosis óptima de sustitución de fino fue de 40% con 21.67 MPa y de grava con el de 30% con 28.33 MPa. Aun cuando, se **concluyó** que es factible la preparación de concreto para la elaboración de losas para pavimento rígido hacia 03 niveles de tránsito con escoria, pero la

implementación con EAFS y PVR se debe hacer con relaciones a/c más bajas las planteadas<sup>8</sup>.

**Cruz, S. y Rosales, G. (2018)**, su proyecto tuvo como **objetivo** diseñar un hormigón bicompuesto con vidrio triturado y fibras de acero reciclado en Ecuador, con el fin de generar un impacto positivo con el medio ambiente, la **metodología** fue de tipo aplicada, la **población** fueron todas probetas cilíndricas elaboradas en el laboratorio; la muestra fueron 32 probetas cilíndricas y 24 vigas prismáticas; el muestreo fue no probabilístico, obteniendo **resultados** en su asentamiento de 8 cm en concreto muestral, 5 cm en concreto con vidrio y 2 cm en concreto bicompuesto, en concreto patrón a los 56 días 345.93 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente y al adicional 36 % de vidrio óptimo y 0.62% con fibra de acero se obtuvieron resistencias a compresión de: a los 56 días 278.05 y 221.37 kg/cm<sup>2</sup>, y en concreto patrón a los 28 días 36.70 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente al adicional 36 % de vidrio óptimo y 1.2% con fibra de acero se obtuvieron resistencias a tracción indirecta de: a los 28 días 29 y 23.43 kg/cm<sup>2</sup>, en concreto patrón a los 28 días 50.07 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente y al adicional 36 % de vidrio óptimo y 1.15% con fibra de acero se obtuvieron resistencias a tracción indirecta de: a los 28 días 30.02 y 36.64 kg/cm<sup>2</sup>, **concluyeron** que la utilización del 36 % de vidrio óptimo y 1.15% de fibra de acero es el bicompuesto en el concreto que influye más significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto<sup>9</sup>.

En otros idiomas tenemos a: **Henrique, P. (2016)**, sua pesquisa tinha como principal objetivo **principal objetivo**: avaliar a viabilidade técnica de substituição de parte do cimento por material pozolânico neste caso por pó de vidro de máquinas de lapidação do campo de Mourão, seu estudo foi de **tipo** aplicativo e desenho experimental, com **população** de amostras cilíndricas, e **amostra** de 36 amostras cilíndricas de 150 mm x 300 mm, obtendo-se os **resultados** em assentamento de 0% com 3 cm e com a substituição de 5%, 10%, 20% e 100% com 5 cm, 7 cm, 2 cm e 0 cm, no teste à resistência à compressão foi obtido 29.48 MPa e com as substituições 27.42, 18.50, 31.76 e 19.81 MPa, no teste de tração a norma 2,95 MPa e com as substituições 2.74, 1.85, 3.18 e 1.98 MPa respectivamente, em **conclusão** a dose ótima é de 20%, pois aumenta as propriedades mecânicas do concreto produzido com pó de vidro<sup>10</sup>.

**Monteiro, D. (2019)**, sua pesquisa tinha como principal objetivo **objetivo principal**: avaliar as propriedades do concreto submetido à influência da adição de pó de vidro situade Delmiro Gouveia, com um **tipo** de pesquisa aplicada e projeto experimental, com uma **população** de amostras cilíndricas, uma **amostra** de 40 amostras cilíndricas, de 100 mm e 200 mm em dimensões, testadas em resistências compressivas e assentamentos com proporções significativas de: 5%, 10% e 15% dependendo da quantidade de cimento, com **resultados** no teste de queda mostrando um aumento nas proporções indicadas (5%, 10% e 15%) e a resistência compressiva apresentou um aumento das doses em 16.20%, 12.54% e 7.36% respectivamente, **concluíram** que a adição de 10% provou ser a mais útil para a trabalhabilidade, enquanto a adição de 5% proporcionou o maior aumento percentual na resistência à compressão<sup>11</sup>.

**Moretto, R. (2020)**, sua pesquisa tinha como principal objetivo **objetivo principal**: para analisar a viabilidade de utilizar tais resíduos de cinzas de madeira incorporando-os ao concreto compactado a rolo situade Joinville, apresenta uma **metodologia** aplicada e projeto experimental, e uma **população** composta de amostras cilíndricas, e uma amostra de 84 amostras cilíndricas, As amostras foram moldadas com substituição parcial de 5% e 10% do agregado fino por cinzas (madeira de pinho), realizando testes de slump e resistência axial à compressão, com os **resultados** do teste de slump implicando que o slump tem uma baixa trabalhabilidade e resistência à compressão de 0% de 2.19 MPa e com as dosagens de 5% e 10% dos valores de cinza de madeira de 1.61 e 1.21 MPa a 7 dias, **concluindo** que a simples resistência à compressão axial do concreto compactado diminui em 1.5 e 1.21 MPa a 7 dias<sup>12</sup>.

A nivel Nacional tenemos a **Toledo, R. (2019)**, su investigación tuvieron como **objetivo principal**: determinar la resistencia a compresión del mortero f'c: 200 kg/cm<sup>2</sup> a una sustitución de 10% y 20% del cemento por cenizas de hoja de molle en Chimbote, con un **tipo** de investigación aplicada y diseño experimental con enfoque cuantitativo, como **población** muestras de concreto y con una muestra de 27 especímenes de mortero y con un muestreo de 9 cubos patrón y 9 cubos por sustitución al 10% y 9 al 20% considerando a 28 días, como **resultado** el máximo tanto para ambas sustituciones hay reducciones del 10.29% y 17.16%, consecutivamente para reemplazos del 10% y 20% de ceniza de molle,

**concluyendo** que la ceniza de hoja de molle no acrecienta la fortaleza en el concreto y por ende no se estipula su uso<sup>13</sup>.

**Chamoli, I. y Paredes, M. (2019)**, en su investigación tuvieron como **objetivo principal**: adicionar la ceniza de coco para perfeccionar la fortaleza a compresión y flexión del pavimento rígido en Moyobamba, incorporando 5%, 10% y 15% de ceniza de coco, con una **clase** de estudio aplicativo y diseño experimental con perspectiva cuantitativa, y con una **muestra** de probetas de concreto y con un muestreo de testigos cilíndricos y prismáticos a los que se realizaran ensayos de fortaleza la compresión y flexión ejecutándose a los 7, 14 y 28 días, haciendo una población constituida por 72 muestras que 36 fueron para compresión y 36 para flexión, como **resultado** con la dosis de 5% de fibra en que los ensayos correspondientes con 221.39 kg/cm<sup>2</sup> respecto al patrón con 216.85 kg/cm<sup>2</sup> y 218.31 kg/cm<sup>2</sup> y 217.13 kg/cm<sup>2</sup> con las dosis de 10% y 15% respectivamente, **concluyendo** que presentó un incremento sustancial respecto al patrón con las dosis de 10% y 15%<sup>14</sup>.

**Lobatón, J. (2019)**, en su trabajo investigativo tuvo como **propósito principal**: evaluar la fortaleza a la flexión de f'c:280 kg/cm<sup>2</sup>, sustituyendo 10% del peso de material fino por vidrio triturado con diversas mallas N°30, N°16, N°8 y N°4, aplicado en Huancavelica, con un **tipo** de investigación aplicada y diseño experimental con enfoque cuantitativo, y con una muestra de probetas de concreto y con un muestreo de testigos a los que se realizaran ensayos de resistencia a la compresión y flexión sometándose 45 viguetas y 30 probetas cilíndrica con un total de 75 especímenes ejecutándose a los 7, 14 y 28 días, como **resultado** fue que el vidrio N° 4 es el que aporta mayor resistencia a la flexión y disminución de grosor de pavimento, concluyendo que es apto para la elaboración de concreto en pavimentos rígidos<sup>15</sup>.

A nivel de Artículos científicos se tiene a: **Elahi, M. et al. (2015)**, en su artículo científico su **objetivo** fue: encontrar el nivel óptimo de sustitución de ceniza de madera WA con el fin de obtener una resistencia razonable del concreto, la **clase** de análisis fue experimental con una perspectiva cuantitativa y nivel descriptivo con una **población** de probetas cilíndricas y prismáticas de concreto con dosificaciones de 0%, 10%, 15% y 20% de ceniza de madera, y con una **muestra** de 30 probetas de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura para 7, 28 y 56 días y su muestreo será representado por los instrumentos como el control de asentamiento con la prueba

de cono de Abrams, resistencia a la compresión, como **resultado** se logró obtener un buen resultado con un porcentaje adecuado de 10% donde se obtuvo una mezcla consistente y trabajable y como **conclusión** se aceptó los diseño de mezclas con diversas dosificaciones de ceniza de madera pues es beneficiosa al desarrollo sostenible para reducir el impacto peligroso en el entorno que se presenta y la tecnología de residuos<sup>16</sup>.

**Soto, I. y Antonio, R. (2016)**, en su artículo científico tuvo como **objetivo**: estudiar la viabilidad de utilizar el polvo obtenido a partir de residuos orgánicos, la **clase** de análisis fue experimental con una perspectiva cuantitativa y nivel descriptivo con una **población** de probetas cilíndricas de concreto con dosificaciones de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de polvo orgánico, y con una **muestra** de 30 probetas de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura para 28 días y su muestreo será representado por los instrumentos como el control de asentamiento con la prueba de cono de Abrams, absorción de agua, peso específico, resistencia a la compresión, como **resultado** se logró obtener un buen resultado con un porcentaje adecuado de 5% mostraron mejoras en las características físicas-mecánicas del concreto en relación a los ejemplares de referencia y como **conclusión**, por lo tanto se puede utilizar para producir concreto de grado estructural o mortero con propiedades de resistencia aceptables<sup>17</sup>.

**Arivalagan, S. & Sethuraman, V. (2020)**, su artículo muestra como **objetivo**: utilizar tanto vidrio de desecho como sea posible, se ha realizado para identificar la composición adecuada, la **clase** de análisis fue experimental con una perspectiva cuantitativa y nivel descriptivo con una **población** de probetas cilíndricas de concreto con dosificaciones de 0%, 10%, 20% y 30% de polvo de desecho de vidrio el cual se tamiza en un tamiz de 2.36 mm, con una **muestra** de 48 muestras de 150 mm, viguetas de 150 mm x 150 mm x 150 mm cubos, 150 mm x 300 mm cilíndricos y 150 mm x 150 mm x 750 mm para 7, 14 y 28 días y su muestreo será representado por los instrumentos como el control de asentamiento con la prueba de cono de Abrams, temperatura, fortaleza a la compresión, a la tracción y flexión como **resultado** indica se logró obtener un buen resultado con un porcentaje adecuado de 20% mostraron mejoras en las cualidades mecánicas del concreto en relación a los ejemplares de referencia y como **conclusión** se debe tener en cuenta hasta un 20% en sustitución por el agregado fino pues la curva de clasificación de polvo de

arena y vidrio es uniforme y la arena cae dentro de los límites de la zona II, y ello reduce el costo de hacer concreto<sup>18</sup>.

Como bases teóricas relacionadas a las variables y las dimensiones tenemos lo siguiente: **Definición del concreto.** Se conceptualiza como una mezcla de cemento Portland, material pétreo (material pétreo) como consecuencia se le incluye líquido acuoso para hidratar esta mezcla<sup>19</sup>. **Clasificación del concreto,** Normalmente en dos clasificaciones de concreto: Concreto simple, este tipo de concreto no contiene refuerzo, y se atribuye a la elaboración habitual de estructuras como cunetas o sardineles, obras de drenaje y sanitaria<sup>20</sup>. Ellos resisten esfuerzo a compresión axial, aunque es considerablemente flojo a tensión. Concreto reforzados, esta clasificación de concretos en su composición contiene varillas de acero de refuerzo, están calculadas para soportar esfuerzos de compresión axial, pero aquí está sometido a tracción, cortante y flexión, considerado para estructuras como vigas, columnas, entrepisos, placas, losas de pavimento<sup>21</sup>.

**Propiedades en estado fresco,** Oportuno a que todas las cualidades del concreto solidificado sujeto específicamente de sus cualidades en estado fresco<sup>22</sup>:

**Asentamiento,** cualidad del concreto en su situación característica (estado fresco de preparación), se conceptualiza como la facilidad que tiene el concreto para ser mezclado, puesto en obra y manipulado<sup>23</sup>. Reside en cuantificar su consistencia o fluidez esto determinándose por medio del experimento de revenimiento con el instrumento del cono de Abrams, esto no mide la trabajabilidad, sino que determina la fluidez de la mezcla<sup>24</sup>. **Peso unitario,** se conceptualiza como el peso volumétrico, masa unitaria o densidad, normalmente los concreto usados para pavimentos, edificios u otras estructuras tienen un peso unitario variado de 2200 kg/m<sup>3</sup> hasta 2400 kg/m<sup>3</sup>.del concreto<sup>25</sup>. **Temperatura,** los rangos de temperatura del concreto oscilan entre 20°C hasta los 32°C, esto lo dictamina el reglamento o normativa de cada país, en Perú se manifiesta lo descrito anteriormente<sup>26</sup>.

**Propiedades mecánicas del concreto,** El esfuerzo es usualmente una dimensión de la acción impuesta en el testigo y la deformación una magnitud de la respuesta<sup>27</sup>.

: **Resistencia a la compresión axial,** se conceptualiza a la fortaleza a la compresión ( $f'c$ ) como una cuantificación límite que puede soportar una probeta a una carga axial, capaz de soportar carga aplicada axialmente, esto usualmente se expresa en kilogramos centímetros cuadrados (kg/cm<sup>2</sup>), en megapascales (MPa) y

también se considera en PSI (lb/in<sup>2</sup>), sin embargo, las normativas establecen que debe darse su valor a 7, 14 y 28 días comúnmente<sup>28</sup>. **Resistencia a la tracción**, es un ensayo también conocido como ensayo brasileño asimismo llamado prueba de tracción indirecta por splitting, pues radica en doblar una muestra cilíndrica a compresión diametral<sup>29</sup>. Pues la ruptura acontece por seguimiento de la fortaleza límite a tracción en ubicación ortogonal a la carga aplicada<sup>30</sup>. **Resistencia a la flexión**, esta clase de ensayo es el más empleado por su relativa sencillez de realización y pues aporta representar diversas disposiciones prácticas pues se ejecuta en probeta prismáticas tipo viga aplicándose una carga tanto en el tercio central como a los dos tercios de las vigas (muestras experimentales)<sup>31</sup>. Pues existen en este ensayo un grado de hiperestaticidad alto, y pone en demostración la ductilidad aportada por el refuerzo de algún material adicional o sustituyente en el concreto en mayor consideración en los anteriores ensayos como compresión axial y tracción indirecta<sup>32</sup>.

**Concepto de ceniza de madera (CDM).** La madera es un material prima de un origen vegetal más explotado por el ser humano, encontrándose en los árboles de tallo leñoso<sup>33</sup>. La ceniza de madera es obtenida de proceso de quemas industriales o artesanales de madera de cualquier clase, la cual por un tiempo predeterminado se obtiene la ceniza a fuego y a temperatura constante<sup>34</sup>. **Composición de la madera:** Pues está conformada por fibras de celulosa, y un componente importante como la lignina que da la rigidez y dureza, en su interior está en su mayoría de oxígeno, carbono, nitrógeno e hidrógeno, y con componentes menores de sodio, silicio, potasio y otros incluyentes, pues la presencia de este compuesto puzolánico es esencial<sup>35</sup>. Pues se han investigado la idoneidad de la ceniza de madera como material cementante complementario en la producción de concretos ordinarios y autocompactantes<sup>36</sup>. Al aprovechar este material se puede clasificar en: Maderas duras, obtenidas de árboles de bajo crecimiento y de hoja caduca, se usan en muebles y son aceitosas, ejemplo el roble, nogal, tornillo etc., Maderas blandas, son obtenidas de árboles de crecimiento veloz, usualmente son las coníferas, con hoja aguda, ejemplo álamo, acacia, sauce, pino etc., Maderas resinosas, son fuertes contra la humedad, se utilizan en muebles y en la preparación de algunas clases de papel, ejemplo el cedro, ciprés, etc., Maderas finas, se utilizan en usos artísticos, como instrumentos muebles, adornos, ejemplos el ébano, arce, abeto,

etc., Maderas prefabricadas, la gran mayoría de estas se preparan con residuos de maderas como virutas de resto de corte, esta clase son el aglomerado, el contrachapado, los tableros de fibras y el táblex<sup>37</sup>.

**Concepto de polvo de vidrio residual (PVR).** El vidrio es un componente inerte artificial que se adquiere de un proceso mecanizado por bajas temperaturas a una velocidad determinada producto de función de rocas seleccionadas<sup>38</sup>. Se tiene varios tipos de vidrio tales como: el polvo de vidrio pues este se adquiere del proceso de molienda mediante un equipo industrial (trituradora industrial o martillo de bolas o máquina de los Ángeles), pues este es considerado por el método mecánico, pero también puede ser por el método manual<sup>39</sup>. Todo el proceso anterior se hace con la finalidad de adquirir un residuo para incorporar una dosificación en la preparación del concreto hidráulico con la intención de visualizar el comportamiento<sup>40</sup>. **Composición química del vidrio,** la composición de este material primordialmente este compuesto por sílice esto es derivado de la arena, cuarzo o pedernal, es lo compone aproximadamente las 3/4 partes<sup>41</sup>. Así desde el punto de vista este compuesto por: óxidos formadores de la red vítrea, óxido de silicio y el óxido de difosforo, considerado para los vidrios comunes., óxidos modificadores de la red vítrea, son los que dan enlaces oxígenos no-puente como los óxidos de sodio, óxido de potasio u óxidos alcalinotérreos y el óxido de magnesio<sup>42</sup>. Además, la composición del vidrio muestra una serie de cualidades que lo facilitan ser un componente opcional en la elaboración de concreto mucho más relevante<sup>43</sup>. En tanto, la mezcla de ceniza de paja de arroz al 10% disminuye el espesor de la losa en un 11% el costo de 1 m<sup>3</sup> de concreto en el costo de construcción de carretera nacional de 4 carriles en un 14%<sup>44</sup>. Pues es relevante tener conocimiento sobre el comportamiento estructural de la losa de pavimento de concreto armado<sup>45</sup>. En cuanto al diseño de pavimento rígido hay un amplio abanico de opciones y alternativa con énfasis en las propiedades mecánicas, en cuanto a materiales de pavimentos sostenibles<sup>46</sup>. Es aquí donde prevalece el desarrollo de la mezcla de materiales reutilizables como las cenizas volantes, cenizas de lodo de papel incinerado como preparación de concreto geo polímero y ver la viabilidad de aplicaciones de vaciado in situ<sup>47</sup>. **Utilización del polvo de vidrio en el concreto,** diversos estudios en campo mostraron una mayor resistencia a la compresión, hasta un 57% de reducción en absorción y humedad y hasta un 61% de reducción

en pérdida de peso por abrasión en comparación del concreto normal a los 300 días de envejecer, ganado un 43% en resistencia a la compresión y 28% en resistencia a la flexión en 20% en peso en reemplazo del cemento<sup>48</sup>. Dando así utilidad al desperdicio de vidrio que genera grandes problemas ambientales, con crecientes desafíos ambientales la reutilización es vital para mitigar ello<sup>49</sup>.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de investigación.

El tipo aplicada prioriza construir, conocer, modificar y actuar una realidad problemática, pues deben solucionar alguna problemática. Además, porque menciona que se considera aplicada por el desarrollo y sapiencia de una realidad problemática a través de los conocimientos ya estipulados por algún científico que indagó el tema con antelación, y buscó dar solución a la diversidad de temas con otra problemática que se investigará<sup>50</sup>.

Por consiguiente, el estudio actual de investigación es del **tipo aplicada**, necesaria ya que se propuso imponer en acción la sabiduría previa en diseño de mezclas para analiza las propiedades físicas y mecánicas en concreto de pavimento rígido, adicionando en peso del cemento el empleo de ceniza de madera y sustituyendo en peso el agregado fino por polvo de vidrio residual en la preparación de concreto para pavimentos rígidos. Con el motivo de optar un diseño ideal con una determinada dosificación de ambas aglutinantes (ceniza de madera y polvo de vidrio residual), fundado en resultados realizados en el laboratorio teniendo como discernimiento el asentamiento, fortaleza a la compresión axial y fortaleza a la flexión<sup>51</sup>.

#### **Diseño de investigación:**

Se llaman diseños cuasi experimentales, es una manera de estudio muy empleada en las ciencias sociales y la psicología, no obstante, se considera poco científico y poco fiable., y se distingue ya que el sujeto de análisis no se escoge de manera al azar, ya que se halla o impone previamente<sup>52</sup>.

En tanto, la investigación se valida como **cuasi experimental**, necesaria a que se dirige a propósito las cuantías del aglutinante ceniza de madera (0%, 8%, 12% y 15%) y polvo de vidrio residual (0%, 15%, 25% y 35%), en el diseño de mezcla con el propósito de evaluar la ceniza de madera y polvo de vidrio residual en las propiedades del pavimento rígido, puesto que el diseño definido para el siguiente análisis ha sido ya seleccionado con un  $f'c$ : 280 kg/cm<sup>2</sup>, impuestas por los realizadores, cuantificando siete (07) diseños que retribuyen al modelo guía y luego los seis (06) diseños restantes con la adición de ceniza de madera en 8%, 12% y 16% y sustitución de polvo de vidrio residual 15%, 25% y 35% en función del peso del cemento y del agregado fino respectivamente; proporciones deliberadas en

base a información científica de diversos autores. Autores internacionales, consideraron dosificaciones de 0%, 10%, 15% y 20% de ceniza de madera<sup>53</sup>. En tanto, otros autores consideraron porcentajes en 0%, 10%, 20% y 30% de polvo vidrio triturado en el concreto<sup>54</sup>.

### **3.2. Variable y operacionalización.**

Se expresa las variables investigadas, delimitando la condición de cada una tanto independiente y dependiente, con un enfoque cuantitativo.

#### **Variable Independiente 1:**

**Definición conceptual:** La ceniza de madera es obtenida de proceso de quemas industriales o artesanales de madera de cualquier clase, la cual por un tiempo predeterminado se obtiene la ceniza a fuego y a temperatura constante<sup>55</sup>.

**Definición operacional:** En dicho estudio se utilizó la proporción de ceniza de madera adición en forma proporcional al cemento en las dosificaciones 0%, 8%, 12% y 16% respecto al peso del cemento, empleándose tres (03) combinaciones de diseños de mezclas: (100B, B+8%CM, B+12%CM, B+16%CM); con el propósito de perfeccionar las cualidades físicas (asentamiento óptimo) y mecánicas (acrecentar las características de resistencias) del concreto en pavimentos rígidos de  $f'c$ : 280 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **Variable Independiente 2:**

**Definición conceptual:** El polvo de vidrio pues este se obtiene del proceso de molienda mediante un equipo industrial (trituradora industrial o martillo de bolas o máquina de los Ángeles), pues este es considerado por el método mecánico, pero también puede ser por el método manual<sup>56</sup>.

**Definición operacional:** El polvo de vidrio sustituye en forma proporcional al agregado fino en las dosificaciones 15%, 25% y 35% respecto al peso del agregado fino, empleándose tres (03) combinaciones de diseños de mezclas: (B+15%PV, B+25%PV, B+25%PV); con el propósito de perfeccionar las cualidades físicas (asentamiento óptimo) y mecánicas (acrecentar las características de resistencias) del concreto en pavimentos rígidos de  $f'c$ : 280 kg/cm<sup>2</sup>.

Variable Independiente 1 VI 1: Ceniza de madera.

Variable Independiente 2 VI 2: Polvo de vidrio residual.

### **Variable Dependiente 1:**

**Definición conceptual:** Todas las características del concreto en estado solidificado dependen netamente de sus cualidades en situación fresca como y normalmente en dos clasificaciones de concreto: Concreto simple, este tipo de concreto no contiene refuerzo, y se coloca a la construcción habitual de estructuras como cunetas o sardineles, obras de drenaje y sanitaria<sup>57</sup>.

**Definición operacional:** La preparación de concreto se distingue sus propiedades físicas y mecánicas. Los diseños se combinan con ceniza de madera y polvo de vidrio, para que mejore las cualidades físicas-mecánicas de los pavimentos de concreto en situación fresca y solidificada, para todos estos casos se mide su calidad mediante ensayos de laboratorio para el sostenimiento del rango del Slump en el Ensayo de Revenimiento, en el cono de Abrams para los 07 diseños estipulados (B, B+8%CM, B+12%CM, B+16%CM, B+15%PV, B+25%PV y B+35%PV) para determinar el grado de trabajabilidad de las muestras, en tanto la prueba para la fortaleza a la (Compresión axial) para los (07) diseño (B, B+8%CM, B+12%CM, B+16%CM, B+15%PV, B+25%PV y B+35%PV) y con tiempo de rotura a los 7, 14 y 28 días, estipulado que por cada diseño se elaborará 3 probetas, obteniendo un total de 63 probetas y culminando con la fortaleza a la compresión en vigas (Flexión) de las viguetas prismáticas, se realizará para 28 días, realizándose 3 vigas para cada diseño con un total de 21 vigas prismáticas. Finalmente, los resultados obtenidos se procesan en formatos y fichas técnicas según la NTP y el ASTM.

Variable Dependiente 1 VD 1: Propiedades del concreto del pavimento rígido  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .

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

#### **Población**

Se conceptualiza como: La comunidad se conceptualiza que son de interés para el trabajo de investigación, para que pueda inferir de la observación directa de la muestra<sup>58</sup>.

La población es integrada por las muestras de concreto globales de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , muestras cilíndricas de tamaños de 150 mm x 300 mm, para ensayarse a pruebas de fortaleza a la compresión, vigas prismáticas de tamaños de 150 mm x 150 mm x 450 mm para experimentos a la fortaleza a la flexión, y de asentamiento, ello para

diversas combinaciones de diseños base y experimental con ceniza de madera, aplicado al base o patrón denominado "B" y a los 06 diseños adicionales con denominación ceniza de madera CM y polvo de vidrio PV, considerando de esta forma la abreviaturas mencionadas.

## **Muestra**

Se conceptualiza, como el subconjunto de la población en el estudio, su determinación podría ser mediante técnicas estadísticas, y eso depende de la clase de estudio y cantidad de poblaciones de la conformación de la investigación<sup>59</sup>.

En tanto, esta investigación será integrada por un grupo de probetas (Diámetro x Altura = 150 mm x 300 mm, considerando la normativa ASTM C-39 y Ancho x Altura x Largo = 150 mm x 150 mm x 450 mm), de la resistencia  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, integrado por materiales con cemento, agua y materiales pétreos, al cual se adiciona en función al peso del cemento por ceniza de madera en 8%, 12% y 16% denominado CM y la sustitución en peso del agregado fino en 15%, 25% y 35% en polvo de vidrio residual denominado PV.

Las dosificaciones a emplear para las proporciones son en base a la investigación de Arivalagan & Sethuraman (2020), donde mencionó que al dosificar al concreto al 0%, 10%, 20% y 30% de polvo de desecho de vidrio se tienen mejores características que el concreto convencional al 20%<sup>60</sup>. En tanto, Elahi et al. (2015) planteó proporcionar al concreto dosis de 0%, 10%, 15% y 20%, de ceniza de madera obteniendo al 10% una mezcla trabajable y con valores cercanos al concreto tradicional<sup>61</sup>.

En ese marco, la normativa E.060 (2006), menciona que se deben realizar 03 probetas por cada ensayo para determinar su resistencia mecánica, considerando 07 diseño de mezclas (B, B+8%CM, B+12%CM, B+16%CM, B+15%PV, B+25%PV y B+35%PV) considerando las edades de rotura a 7, 14 y 28 días, resultando un total de 63 probetas para la fortaleza la compresión, como se muestra en la Tabla 1, y un total de 21 probetas prismáticas, como se muestra en la Tabla 2. Y un total de 7 muestras de cada diseño en el ensayo de asentamiento en la Tabla 3 en estado fresco. Coincidiendo con la muestra de estudio.

Finalmente considerando una muestra total de 07 muestra para ensayos de asentamiento utilizando el equipo del cono de Abrams, 63 probetas cilíndricas (150

mm x 300 mm) para el ensayo a compresión axial y 21 vigas prismáticas (150 mm x 150 mm x 450 mm), para los experimentos de resistencia a la flexión.

**Tabla 1.** *Cuantía de probetas de investigación para el ensayo a compresión axial  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$*

Adición o sustitución	Descripción	% contenido en adición y sustitución					Días de rotura		
		CEM	AF	AG	Ceniza de madera	Polvo de vidrio	7	14	28
Ninguno	B	100	100	100	0	0	3	3	3
Adición en función del cemento	B+ 8%CM	100	100	100	8	0	3	3	3
	B+12%CM	100	100	100	12	0	3	3	3
	B+16%CM	100	100	100	16	0	3	3	3
Reemplazo en función A.f.	B+15%PV	100	85	100	0	15	3	3	3
	B+25%PV	100	75	100	0	25	3	3	3
	B+35%PV	100	65	100	0	35	3	3	3
TOTAL		PROBETAS					63		

Fuente: elaboración propia

**Tabla 2.** *Cuantía de vigas de investigación para el ensayo a flexión  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$*

Adición o sustitución	Descripción	% contenido en adición y sustitución					Días de rotura		
		CEM	AF	AG	Ceniza de madera	Polvo de vidrio	7	14	28
Ninguno	B	100	100	100	0	0	-	-	3
Adición en función del cemento	B+ 8%CM	100	100	100	8	0	-	-	3
	B+12%CM	100	100	100	12	0	-	-	3
	B+16%CM	100	100	100	16	0	-	-	3
Reemplazo en función A.f.	B+15%PV	100	85	100	0	15	-	-	3
	B+25%PV	100	75	100	0	25	-	-	3
	B+35%PV	100	65	100	0	35	-	-	3
TOTAL		VIGAS					21		

Fuente: elaboración propia

**Tabla 3.** *Cuantía de probetas de investigación para el ensayo de Asentamiento  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$*

Adición o sustitución	Descripción	% contenido en adición y sustitución					Días de prueba
		CEM	AF	AG	Ceniza de madera	Polvo de vidrio	1
Ninguno	B	100	100	100	0	0	1
Adición en función del cemento	B+ 8%CM	100	100	100	8	0	1
	B+12%CM	100	100	100	12	0	1
	B+16%CM	100	100	100	16	0	1
Reemplazo en función A.f.	B+15%PV	100	85	100	0	15	1
	B+25%PV	100	75	100	0	25	1
	B+35%PV	100	65	100	0	35	1

TOTAL		7
-------	--	---

Fuente: elaboración propia

## **Muestreo**

Se define como: El procedimiento para el muestreo del tipo no probabilístico se fundamenta en el criterio del investigador o grupo de investigadores, no se fundamenta de una fórmula como tal<sup>62</sup>. Así mismo, el criterio que prima en este muestreo es la pretensión que prosigue el investigador.

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

#### **Técnicas de recolección de datos**

Se conceptualiza como: Todos los datos observados se deben plasmar en formatos correctos de recolección de datos; por ejemplo, formatos para el estudio de tráfico, estudios de suelos<sup>63</sup>.

Por consiguiente, se utilizará la observación como método de recopilación de información, ello es para poder ofrecer ciertas posibles alternativas de salida a los desafíos, así como entretanto acreditar las hipótesis planteadas. En tanto, las fuentes científicas como son las bases teóricas debidamente indexadas, para usarse para cada variable llegando a emplear artículos científicos, tesis de repositorios, libros y normativas, teniendo como técnica la cuasi experimentación. Por lo tanto, se empleará los reglamentos estipulados por las Norma Técnicas Peruanas: NTP 339.035 (Asentamiento), NTP 339.034 (Ensayo de Compresión Axial) y la NTP 339.078 (Ensayo a flexión).

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

Se considera como la cuantificación que registra valores examinados que son verídicamente personalizados de la definición, no obstante, la recopilación de valores tiene que satisfacer requisitos relevantes como son la confiabilidad y la validez para toda investigación<sup>64</sup>.

Por lo tanto, que para el estudio se pueda realizar y así con los ensayos respectivos obtener los valores representativos, se tiene lo siguiente:

- Visualización
- Formatos de recolección de información (Indicadores de la V. Independiente).
- Formatos de recolección de información (Indicadores de la V. Dependiente).
- Formatos de ensayos a realizar.

**Tabla 4.** Resumen de ensayos a elaborar en la investigación de estudio

Descripción	Ensayos	Instrumentos
Ensayos de laboratorio	Ensayos de Asentamiento	Fichas de resultados de laboratorio según NTP 339.035
	Ensayo a compresión axial	Fichas de resultados de laboratorio según NTP 339.034
	Ensayo a flexión	Fichas de resultados de laboratorio según NTP 339.078

Fuente: Elaboración propia

**Confiabilidad.** Evaluación de los datos obtenidos, las características y atributos que esta investigación ha logrado presentar, pues se llevará a cabo con total originalidad y autenticidad<sup>65</sup>.

Se denota como la imposición repetitiva de un objeto que será evaluado o estudiado, lo cual al ser analizado consecutivamente debe manifestar resultados aleatorios o similares entre uno u otro resultado, dando así cabida a la franqueza de los resultados extraídos y de los instrumentos que serán empleados en el siguiente proyecto.

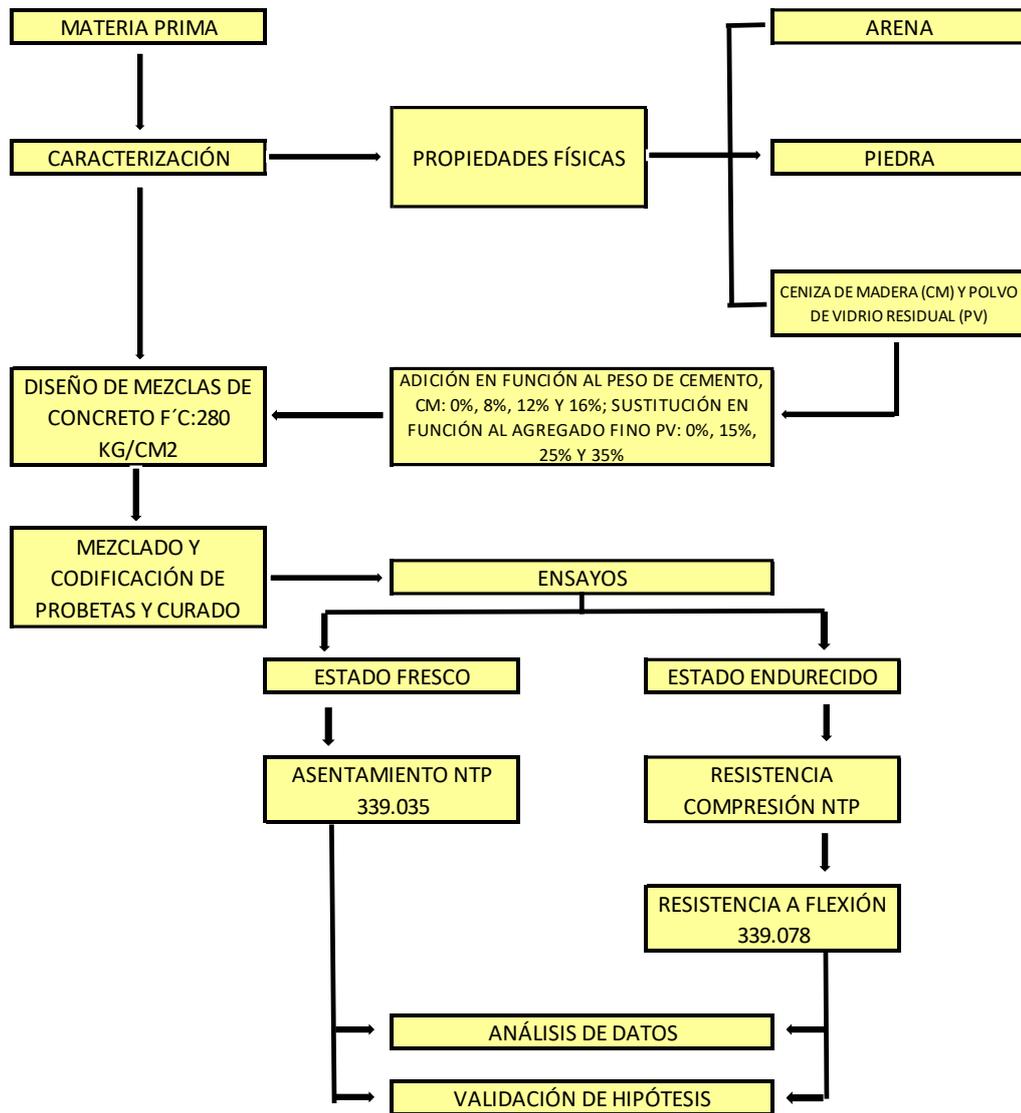
**Validez.** Será posible concretar los resultados obtenidos en el entorno social para buscar la mejora, en este caso la perfección de las cualidades mecánicas del concreto, y la sustitución de polvo de vidrio y ceniza de madera, que es un método estable que puede mejorar su calidad y con ello mejorar la situación de la población<sup>66</sup>.

Se considera, que los instrumentos a emplear son involucrados a una validación de juicio experto o a especialistas que, mediante la evaluación de fichas de recolección de datos, sean en la especialidad que sea el estudio, se encargará de revisar y dar por válido el contenido de dicho instrumento para que pueda ser empleado en este estudio, utilizando como referencia las normativas internacionales y nacionales vigentes.

### 3.5. Procedimientos

La diversificación y cuantías de muestras se fabricaron en base a normativas establecidas bajo la norma E.060, teniendo en claro las (07) combinaciones de diseños, con las cantidades incorporadas como es la ceniza de madera y el polvo

de vidrio residual, ensayados en tiempos de rotura de 7, 14 y 28 días, en el laboratorio de materiales, siendo sometidas a ensayos mecánicos.



**Figura 1:** Esquema de procesos de procedimiento del estudio

Fuente: Elaboración propia

### 3.6. Método de análisis de datos

La metodología de elección de datos se dictaminará por la observación directa, por el cual permitirá reconocer y evaluar el comportamiento de cada ensayo experimental a realizarse en el laboratorio, pues los valores deberán ser contrarrestado con lo expuesto como hipótesis principal<sup>67</sup>.

Para el análisis del estudio, el procedimiento empleado para la determinación de valores fue cuantitativo, ya que se analizó la adición de la ceniza de madera y sustitución del polvo de vidrio residual en dosificaciones establecidas en función al

peso del cemento y agregado fino respectivamente, considerando la observación directa desde el diseño de mezcla, y así evaluar la influencia que trae en sus características en situación fresca y solidificada en la elaboración de concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  enfocado a pavimento rígido y considerando los apuntes correspondientes, siendo corroborados con la hipótesis.

### **3.7. Aspectos éticos**

En el desenvolvimiento del actual estudio de investigación se respetó las facultades judiciales de los diversos investigadores que se incluyeron, de igual forma, los datos que han sido obtenidos de los diferentes ensayos, han sido con el respectivo acompañamiento y asesoramiento de personal calificado y autorizado. Por otro lado, la sección de metodología, como procedimientos fueron consultados por intermedio de libro especializados, indicando los argumentos respectivos, los cuales al final fueron comprobados mediante la utilización de un software de anti plagio estimando un porcentaje de similitud respectivo.

#### IV. RESULTADOS

##### Nombre de la tesis:

“Evaluación de la adición de la ceniza de madera y polvo de vidrio residual en el pavimento rígido f’c: 280 kg/cm<sup>2</sup>, Andahuaylas, 2022”

##### Ubicación:

Departamento: Apurímac

Provincia: Apurímac

Distrito: Andahuaylas

Localización: Av. Santa Cruz



Figura 2: Mapa de localización del distrito de Andahuaylas

Fuente: Google Search

Considerando que la investigación se conglomeró los aglutinantes como la ceniza de madera y el polvo de vidrio residual, extrayéndose principalmente de ladrilleras de la zona como combustión de forma artesanal; del mismo modo se adquirió el vidrio de los botaderos mediante botellas de vidrio acumulados a los alrededores de la ciudad del distrito de Andahuaylas.

En tanto, la adquisición de ceniza de madera se procedió de la quema de tronco de Eucalipto, que se utiliza como combustible para hornear los ladrillos artesanales, el proceso de quema del Eucalipto trae consigo la ceniza de este material. Esta etapa se realizó de forma manual empleando palas y sacos para almacenar la ceniza. Luego de esto se procedió a su primer tamizaje en el laboratorio de materiales.



**Figura 3:** Proceso de adquisición de ceniza de madera y polvo de vidrio residual

Fuente: Elaboración propia

## Trabajo de laboratorio – características físicas de la ceniza de madera y polvo de vidrio residual

**Tabla 5.** *Cualidades físicas de la ceniza de madera*

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Masa de la ceniza de madera (gr.)	70
Lectura inicial del frasco Le Chatelier (cm <sup>3</sup> )	0
Lectura final del frasco Le Chatelier (cm <sup>3</sup> )	100
<b>Peso específico de la ceniza de madera (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>0.7</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6.** *Cualidades físicas del polvo de vidrio residual*

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Masa del polvo de vidrio residual (gr.)	148
Lectura inicial del frasco Le Chatelier (cm <sup>3</sup> )	0
Lectura final del frasco Le Chatelier (cm <sup>3</sup> )	100
<b>Peso específico del polvo de vidrio residual (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.48</b>

Fuente: Elaboración propia

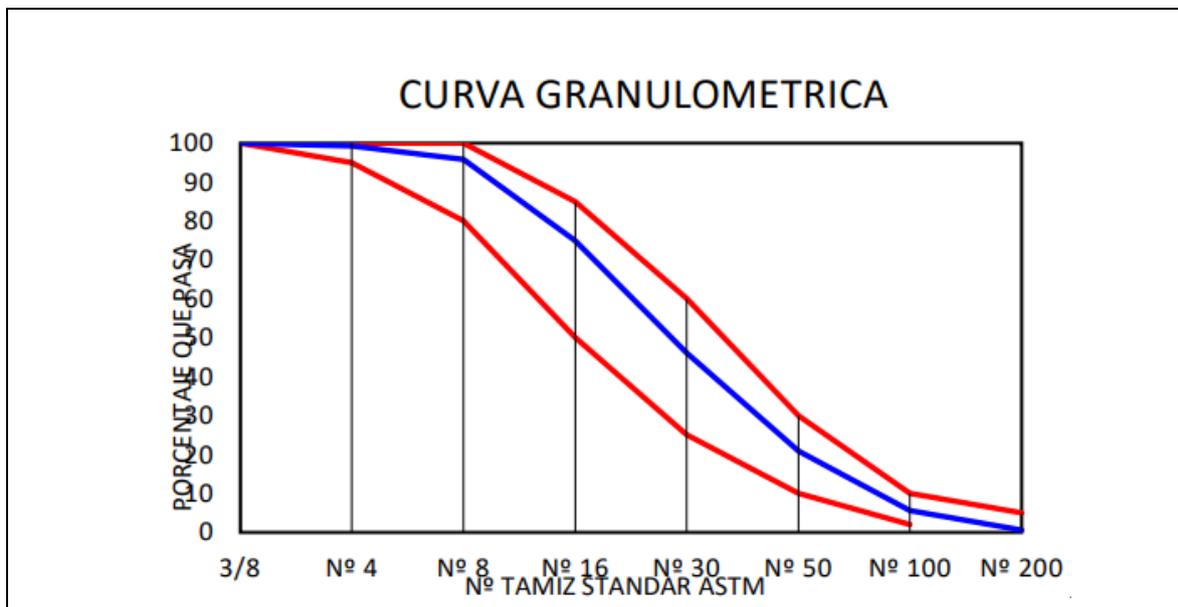
Se hizo pruebas en la ceniza de madera para determinar sus características físicas, para de esta manera obtener datos que serán de utilidad al momento de diseñar las mezclas respectivas.

**Trabajo de laboratorio – características físicas de los materiales pétreos**

**Tabla 7. Análisis granulométrico del material pétreo fino**

<b>Análisis granulométrico del agregado fino ASTM C33</b>						
Tamiz		Peso retenido (gr)	% Parcial retenido	% Acumulado retenido	% Acumulado que pasa	Límites
Nº	Abertura (mm)					
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.75	12	1	1	99	95-100
Nº8	2.36	50	3	4	96	80-100
Nº16	1.18	307	21	25	75	50-85
Nº30	0.60	422	29	54	46	25-60
Nº50	0.30	371	25	79	21	5-30
Nº100	0.15	224	15	94	6	0-10
Nº200	0.08	72	5	99	0.6	
<Nº200	<Nº200	9	1	100.00	0.00	-
Módulo de fineza (MF)						2.58

Fuente: Elaboración propia



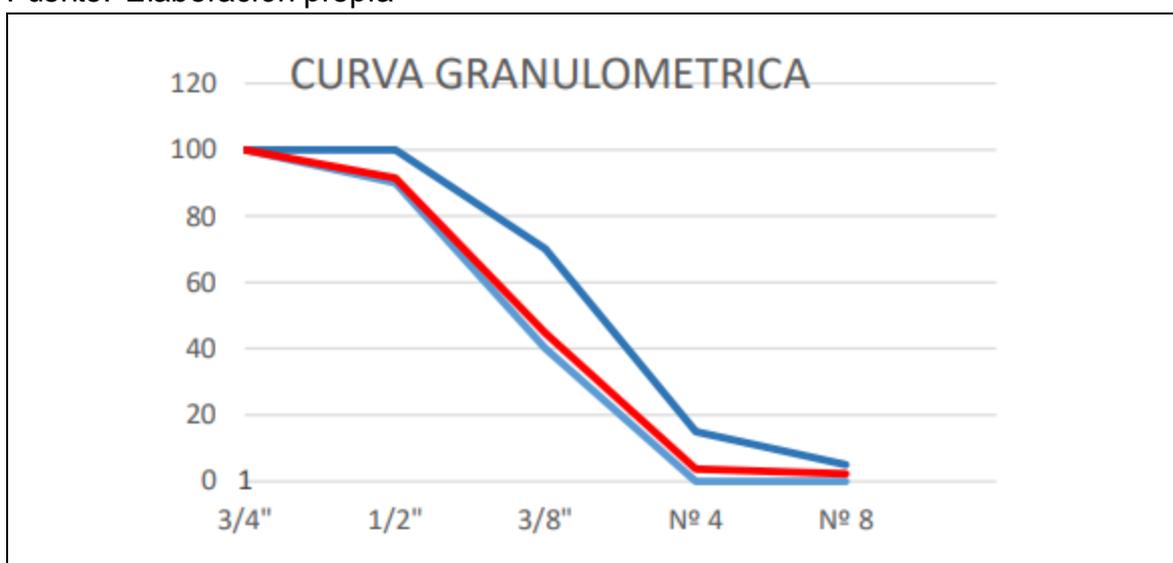
**Figura 4. Curva granulométrica del material fino**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8.** Análisis granulométrico del material pétreo recio

<b>Análisis granulométrico del agregado grueso ASTM C33</b>						
Tamiz		Peso retenido (gr)	% Parcial retenido	% Acumulado retenido	% Acumulado que pasa	Límites
N°	Abertura (mm)					
1 1/2"	37.50	0	0	0	100	
1"	25.00	0	0	0	100	
3/4"	19.00	0	0	0	100	
1/2"	12.50	0	0	0	100	100
3/8"	9.50	171.12	9	9	91	100
N°4	4.75	937.44	47	55	44.6	95-100
N°8	2.36	818.4	41	96	3.7	80-100
N°16	1.18	29.76	1	98	2.2	50-85
N°30	0.60	44.64	2	100	0	25-60
N°50	0.30	0	0	100	0	5-30
N°100	0.15	0	0	100	0	0-10
N°200	0.08	0	0	100	0	
<N°200	<N°200	0	0	100.00	0.00	-
Módulo de fineza (MF)						6.42

Fuente: Elaboración propia



**Figura 5.** Curva granulométrica del material pétreo recio

Fuente: Elaboración propia

La granulometría de materiales pétreos fue hecha para determinar la curva granulométrica de cada uno de ellos y adquirir que estén en el rango de husos granulométricos de la normativa, considerando la normativa ASTM C33/C33M – 18, para el material pétreo fino y grueso, en esta prueba de laboratorio el Huso N°7 para el material pétreo recio.

En tanto, se halló el módulo de fineza tanto el material fino como el material grueso, considerando un valor de 2.58 y 6.42 respectivamente, así como también se halló el Tamaño Máximo Nominal T.M.N. del material grueso, que fue de 1/2”.

**Tabla 9.** *Contenido de humedad del material fino*

<b>Contenido de humedad del agregado fino ASTM C566</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	
	<b>M1</b>	<b>M2</b>
Masa del recipiente (gr.)	13.42	13.6
Masa del recipiente + muestra humedad (gr.)	45.6	52.66
Masa del recipiente + muestra seca (gr.)	44.02	50.72
<b>Contenido de humedad (%)</b>	5.16	5.23
<b>Promedio Contenido de humedad (%)</b>	5.19	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10.** *Contenido de humedad del material recio*

<b>Contenido de humedad del agregado grueso ASTM C566</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	
	<b>M1</b>	<b>M2</b>
Masa del recipiente (gr.)	13.6	13.68
Masa del recipiente + muestra humedad (gr.)	58.44	59.1
Masa del recipiente + muestra seca (gr.)	58.12	58.64
<b>Contenido de humedad (%)</b>	0.72	1.02
<b>Promedio Contenido de humedad (%)</b>	0.87	

Fuente: Elaboración propia

En tanto posterior al ensayo granulométrico se hizo el contenido de humedad en los materiales pétreos, obtuvo un valor de 5.19% para el material fino y un 0.87% para el material recio. Empleando la normativa ASTM C566.

**Tabla 11.** *Ensayos de peso específico y absorción del material fino*

<b>Gravedad específica y absorción del agregado fino ASTM C128</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Muestras</b>		<b>Prom.</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	
Masa material saturado superficie seca (SSS)	500	500	
Masa de frasco + agua	1321	1321	
Masa de frasco + agua + muestra SSS	1821	1821	
Masa del material seco	485	485	
<b>Gravedad específica OD</b>	2.58	2.58	2.58
<b>Gravedad específica SSS</b>	2.66	2.66	2.66
<b>Densidad relativa (Gravedad específica aparente)</b>	2.80	2.80	2.80
<b>Absorción (%)</b>	3.09	3.09	3.09

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12.** *Ensayos de peso específico y absorción del material recio*

<b>Gravedad específica y absorción del agregado grueso ASTM C127</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Muestras</b>		<b>Prom.</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	
Masa de la muestra (SSS)	311	311	
Masa de la muestra SSS sumergida	500	500	
Masa del material secada al horno	498	498	
<b>Gravedad específica de la masa</b>	2.63	2.63	2.63
<b>Gravedad específica SSS</b>	2.65	2.65	2.65
<b>Densidad relativa (Gravedad específica aparente)</b>	2.66	2.66	2.66
<b>Absorción (%)</b>	0.40	0.40	0.40

Fuente: Elaboración propia

Considerando la normativa ASTM C128 para material fino y la normativa ASTM C127 para material recio. En este ensayo se adquirió resultado de absorción de 3.09% para material fino y 0.40% para el agregado recio. En tanto, se adquirieron

los valores de gravedad específica de 2.8 g/cm<sup>3</sup> para material fino y de 2.66 g/cm<sup>3</sup> para material recio.

**Tabla 13.** *Peso unitario suelto del material fino*

<b>Peso unitario suelto del agregado fino ASTM C29</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Muestras</b>		<b>Prom.</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	
Peso de molde (kg)	4.358	4.358	
Volumen de molde (m <sup>3</sup> )	3.004	3.004	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	8.463	8.463	
Peso de la muestra suelta (kg)	4.105	4.105	
<b>Peso unitario suelto (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1366	1366	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14.** *Peso unitario suelto del material recio*

<b>Peso unitario suelto del agregado grueso ASTM C29</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Muestras</b>		<b>Prom.</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	
Peso de molde (kg)	4.358	4.358	
Volumen de molde (m <sup>3</sup> )	3.004	3.004	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	8.261	8.261	
Peso de la muestra suelta (kg)	3.903	3.903	
<b>Peso unitario suelto (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1299	1299	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15.** *Peso unitario compactado del material fino*

<b>Peso unitario compactado del agregado fino ASTM C29</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Muestras</b>		<b>Prom.</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	
Peso de molde (kg)	4.358	4.358	
Volumen de molde (m <sup>3</sup> )	3.004	3.004	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	8.875	8.875	
Peso de la muestra seca al horno(kg)	4.517	4.517	
<b>Peso unitario compactado (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1504	1504	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16.** *Peso unitario compactado de material recio*

<b>Peso unitario compactado del agregado grueso ASTM C29</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Muestras</b>		<b>Prom.</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	
Peso de molde (kg)	4.358	4.358	
Volumen de molde (m <sup>3</sup> )	3.004	3.004	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	8.970	8.970	
Peso de la muestra suelta (kg)	4.612	4.612	
<b>Peso unitario compactado (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1535</b>	<b>1535</b>	

Fuente: Elaboración propia

En tanto, el Peso unitario suelto (P.U.S.) y Peso unitario compactado (P.U.C.) para material recio, normativa empleada ASTM C29 considerando los dos tipos de materiales pétreos; siendo los resultados para P.U.S. fino de 1366 kg/m<sup>3</sup> y un P.U.C. de 1504 kg/m<sup>3</sup>. En caso de material recio de P.U.S. de 1299 kg/m<sup>3</sup> y un P.U.C. de 1535 kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 17.** *Materiales y proporciones para el diseño de mezclas en función de peso–  
Ceniza de madera residual*

<b>Proporciones en peso para 1m<sup>3</sup> de concreto con adición de diferentes porcentajes de ceniza de madera en función al cemento</b>				
<b>Dosificaciones de ceniza</b>	<b>0%</b>	<b>8%</b>	<b>12%</b>	<b>16%</b>
Cemento (kg)	463.52	463.52	463.52	463.52
Agua (L)	194.34	194.34	194.34	194.34
Agregado grueso (kg)	882.69	882.69	882.69	882.69
Agregado fino (kg)	833.20	833.20	833.20	833.20
Ceniza de madera (kg)	0.00	37.08	55.62	74.16

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 18.** *Materiales y proporciones para el diseño de mezclas en función al peso-  
Polvo vidrio residual*

<b>Proporciones en peso para 1m<sup>3</sup> de concreto con sustitución de diferentes porcentajes de polvo de vidrio en función al A.f.</b>				
<b>Dosificaciones de polvo de vidrio</b>	<b>0%</b>	<b>15%</b>	<b>25%</b>	<b>35%</b>
Cemento (kg)	463.52	463.52	463.52	463.52
Agua (L)	194.34	194.34	194.34	194.34
Agregado grueso (kg)	882.69	882.69	882.69	882.69
Agregado fino (kg)	833.20	708.22	656.15	603.55
Polvo de vidrio (kg)	0.00	124.98	208.3	291.62

Fuente: Elaboración propia

Considerado en la tabla anterior de las cuantías en peso seco requeridos por 1 m<sup>3</sup>, considerando el diseño base y considerando a las dosificaciones. Cabe precisar tomando como peso específico del cemento 3.15 g/cm<sup>3</sup>, de las especificaciones del cemento Sol tipo I.

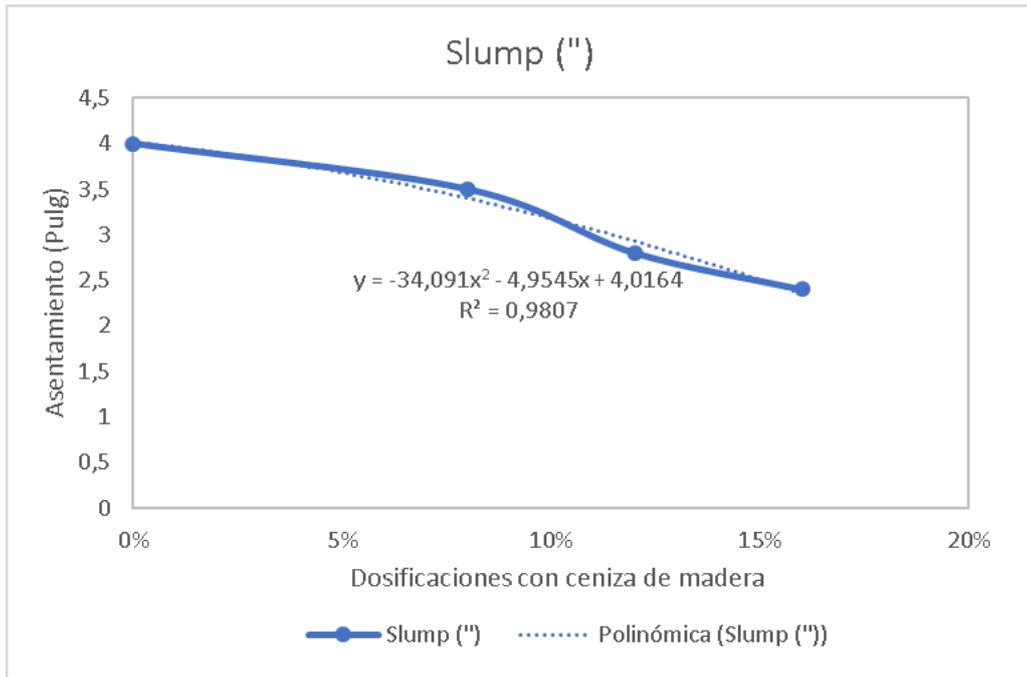
### **Trabajo de laboratorio – ensayos en el concreto fresco**

Se muestra las tablas presentes que detalla que se realizaron al momento de elaborar concreto fresco, considerando muestra base y con la ceniza de madera y polvo de vidrio.

**Tabla 19.** *Pruebas en el concreto fresco con adición de ceniza de madera*

<b>Descripción</b>	<b>Slump (pulg)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Peso unitario (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Concreto patrón	4.0	15.00	2392.00
Concreto + 8% de adición de CM	3.5	15.20	2379.00
Concreto + 12% de adición de CM	2.8	15.00	2381.00
Concreto + 16% de adición de CM	2.4	16.00	2377.00

Fuente: Elaboración propia



**Figura 6.** Gráfica resumen de variación del asentamiento con ceniza de madera

Fuente: Elaboración propia

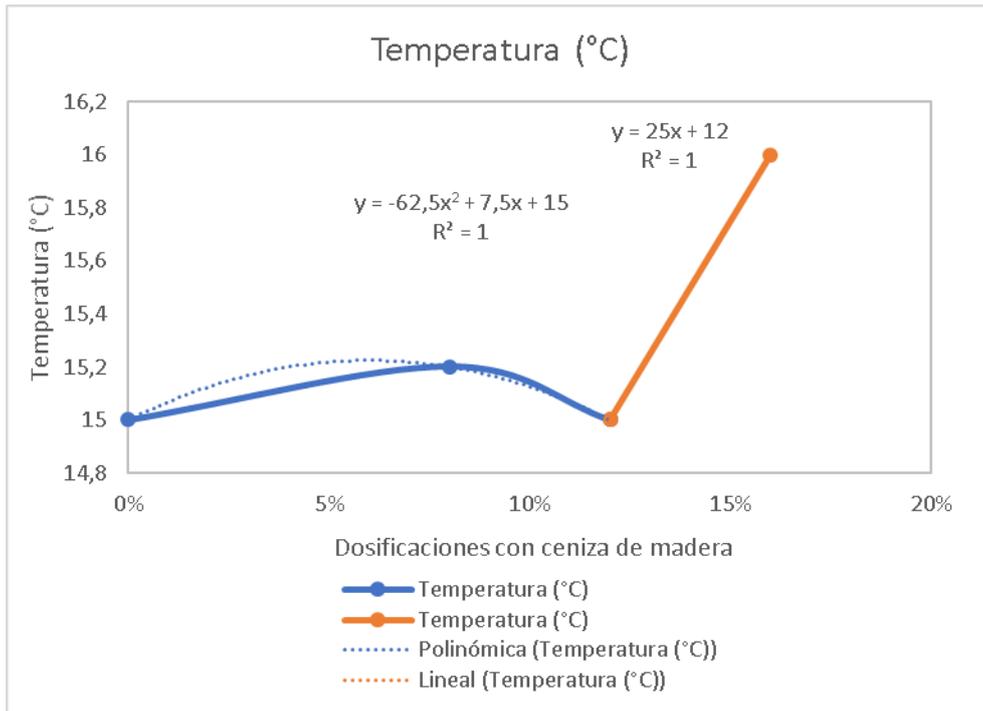
Luego de elaborarse concreto fresco se vio que la trabajabilidad a medida que se aumentan las dosis sufre una disminución variando de un revenimiento de 4" de la muestra base aun slump de 2.4" con la dosis de 16% de ceniza de madera. Se determinó el slump para las condiciones de mezclas empleadas siendo la siguiente ecuación:

$$y = -34,091x^2 - 4,9545x + 4,0164$$

Donde:

Y: Slump en pulgadas

X: Dosificación de ceniza de madera



**Figura 7.** Gráfica resumen de variación de la temperatura con ceniza de madera

Fuente: Elaboración propia

Luego de elaborarse concreto fresco se vio que la temperatura a medida que se aumentan las dosis sufre un aumento variando en grados centígrado de 1,5°C de la muestra base con un valor de 15°C con la dosis de 0% de ceniza de madera. Se determinó la temperatura para las condiciones de mezclas empleadas siendo la siguiente ecuación:

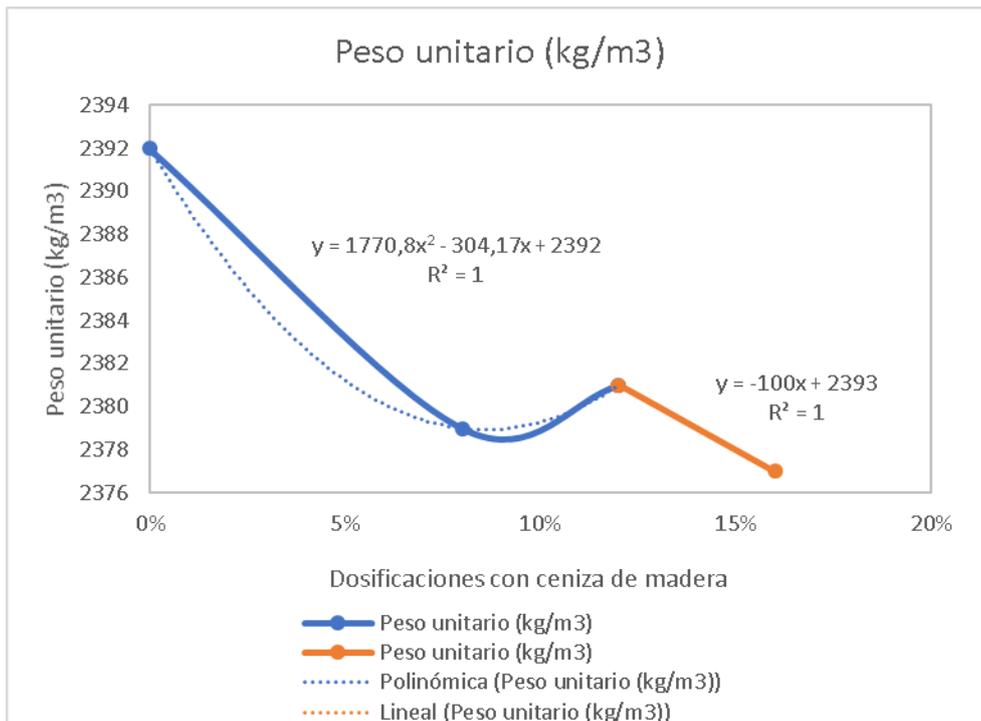
$$y = -62,5x^2 + 7,5x + 15 \dots (\text{Rango de } 0\% \text{ a } 12\% \text{ de CM})$$

$$y = 25x + 12 \dots (\text{Rango de } 12\% \text{ a } 16\% \text{ de CM})$$

Donde:

Y: Slump en pulgadas

X: Dosificación de ceniza de madera



**Figura 8.** Gráfica resumen de variación del peso unitario fresco con ceniza de madera

Fuente: Elaboración propia

Luego de elaborarse concreto fresco se vio que el peso unitario a medida que se aumentan las dosis sufre una disminución variando de un peso unitario de 2392 kg/m<sup>3</sup> de la muestra base, aun peso unitario de 2377 kg/m<sup>3</sup> con la dosis de 16% de ceniza de madera. Se determinó el peso unitario para las condiciones de mezclas empleadas siendo la siguiente ecuación:

$$y = 1770,8x^2 - 304,17x + 2392 \dots \text{(Rango de 0\% a 12\% de CM)}$$

$$y = -100x + 2393 \dots \text{(Rango de 12\% a 16\% de CM)}$$

Donde:

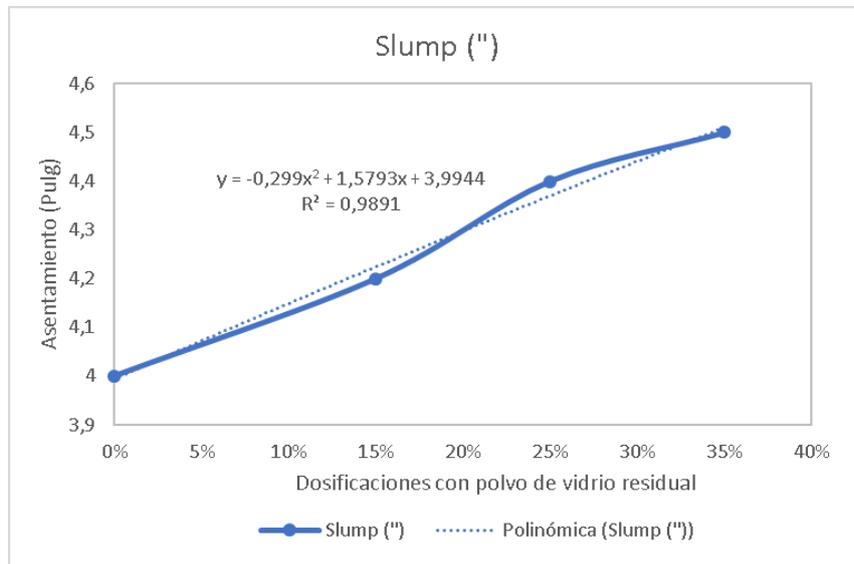
Y: Slump en pulgadas

X: Dosificación de ceniza de madera

**Tabla 20.** Pruebas en el concreto fresco con adición de polvo de vidrio residual

Descripción	Slump (pulg)	Temperatura (°C)	Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )
Concreto patrón	4.0	15.00	2395.00
Concreto + 15% de sustitución de PV	4.2	15.50	2379.00
Concreto + 25% de sustitución de PV	4.2	15.00	2410.40
Concreto + 35% de sustitución de PV	4.5	16.00	2412.00

Fuente: Elaboración propia



**Figura 9.** Gráfica resumen de variación del asentamiento con polvo de vidrio residual

Fuente: Elaboración propia

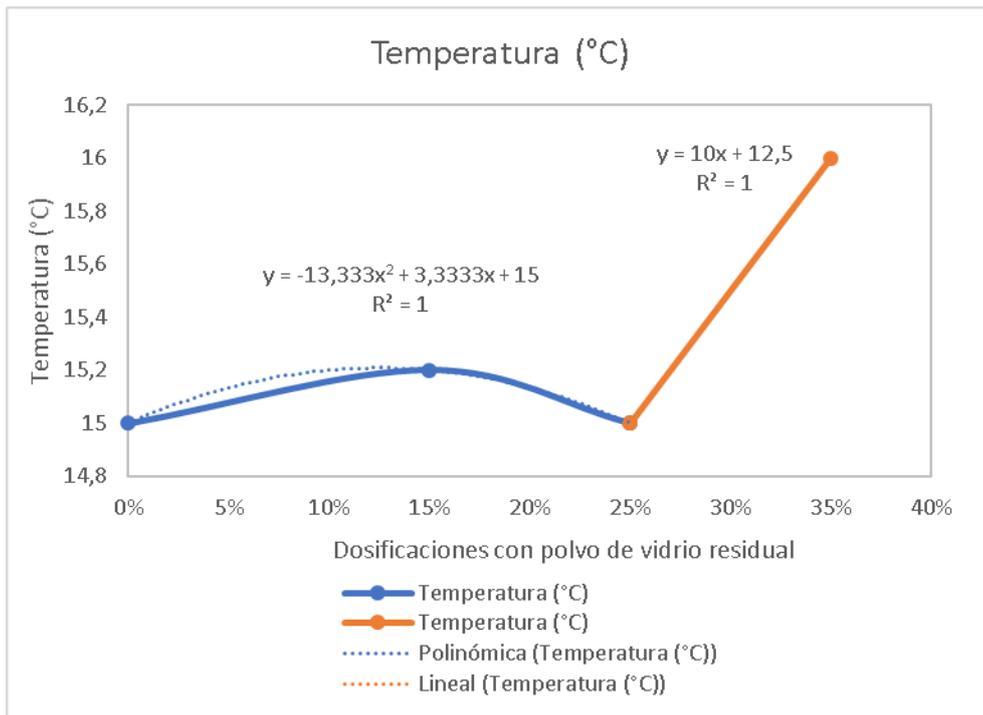
Luego de elaborarse concreto fresco se vio que la trabajabilidad a medida que se aumentan las dosis sufre un aumento de asentamiento variando de un revenimiento de 4" de la muestra base a un slump de 4.5" con la dosis de 35% de polvo de vidrio. Se determinó el slump para las condiciones de mezclas empleadas siendo la siguiente ecuación:

$$y = -0,299x^2 + 1,5793x + 3,9944$$

Donde:

Y: Peso unitario en kg/m<sup>3</sup>

X: Dosificación de polvo de vidrio residual



**Figura 10.** Gráfica resumen de variación de la temperatura con polvo de vidrio residual

Fuente: Elaboración propia

Luego de elaborarse concreto fresco se vio que la temperatura a medida que se aumentan las dosis sufre un aumento variando en grados centígrado de 1,0°C de la muestra base con un valor de 15°C con la dosis de 0% de ceniza de madera. Se determinó la temperatura para las condiciones de mezclas empleadas siendo la siguiente ecuación:

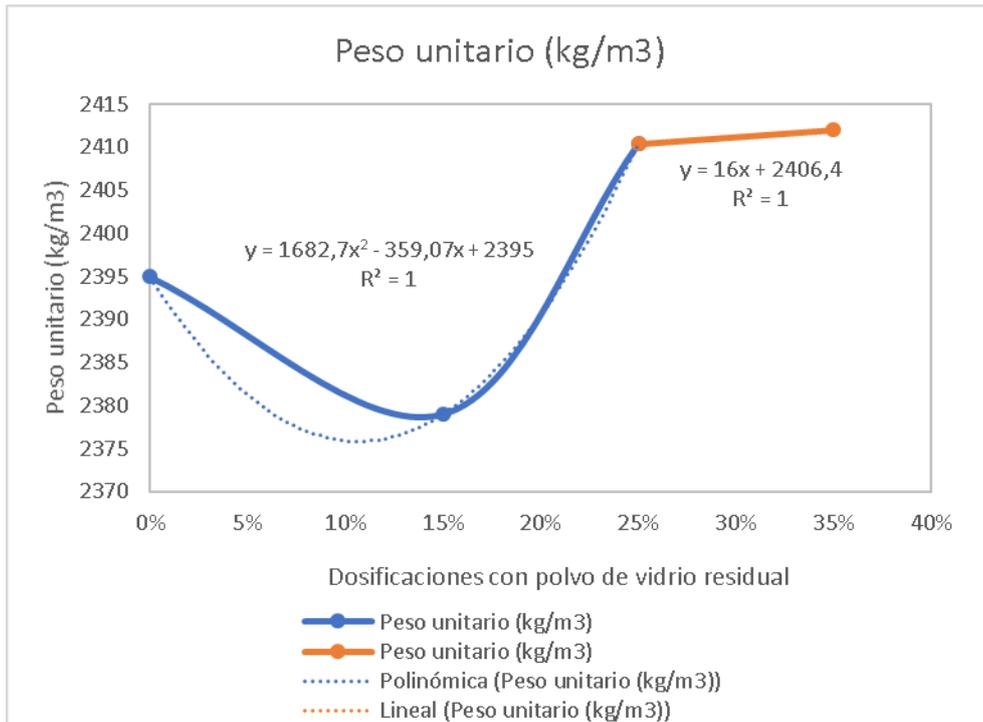
$$y = -13,333x^2 + 3,3333x + 15 \dots \text{(Rango de 0\% a 25\% de CM)}$$

$$y = 10x + 12,5 \dots \text{(Rango de 25\% a 35\% de CM)}$$

Donde:

Y: Temperatura en grados centígrados

X: Dosificación de polvo de vidrio



**Figura 11.** Gráfica resumen de variación del peso unitario con polvo de vidrio residual

Fuente: Elaboración propia

Luego de elaborarse concreto fresco se vio que el peso unitario a medida que se aumentan las dosis sufre un aumento variando de un peso unitario de 2395 kg/m<sup>3</sup> de la muestra base, aun peso unitario de 2412 kg/m<sup>3</sup> con la dosis de 35% de polvo de vidrio. Se determinó el peso unitario para las condiciones de mezclas empleadas siendo la siguiente ecuación:

$$y = 1682,7x^2 - 359,07x + 2395 \dots \text{(Rango de 0\% a 25\% de CM)}$$

$$y = 16x + 2406,4 \dots \text{(Rango de 25\% a 35\% de CM)}$$

Donde:

Y: Peso unitario en kg/m<sup>3</sup>

X: Dosificación de polvo de vidrio

### Trabajo de laboratorio – ensayo en el concreto endurecido

Se hizo el ensayo de fortaleza a la compresión en pruebas de concreto, detalladamente se ensayaron 63 muestras cilíndricas de 15 de diámetro y 30 cm de altura, de las cuales 9 fueron del concreto base y 27 para el concreto con adición de ceniza de madera (CM); y 9 de cada dosis, y 27 para el concreto con sustitución de polvo de vidrio residual (VR); y 9 de cada dosis. Y para ensayo de flexión con medidas 15 x 15 x 45 cm, contabilizando 03 muestras patrón, y 12 muestras con adición de ceniza de madera y 12 muestras con sustitución de polvo de vidrio residual.

### Con adición de ceniza de madera

Tabla 21. Fortaleza a la compresión axial de las probetas a los 7 días

Descripción	Edad (días)	F'c de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia máxima promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje obtenido (%) >75% f'c
Concreto patrón	7	280	218.78	78.14
Concreto + 8% de CM	7	280	230.80	82.43
Concreto +12 % de CM	7	280	206.69	73.82
Concreto + 16% de CM	7	280	187.38	66.92

Fuente: Elaboración propia

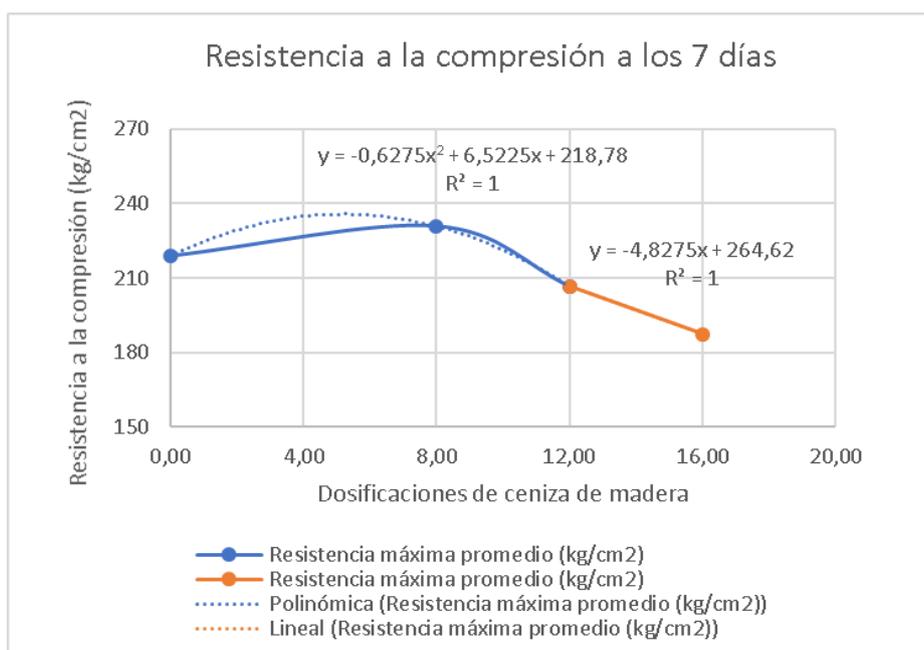


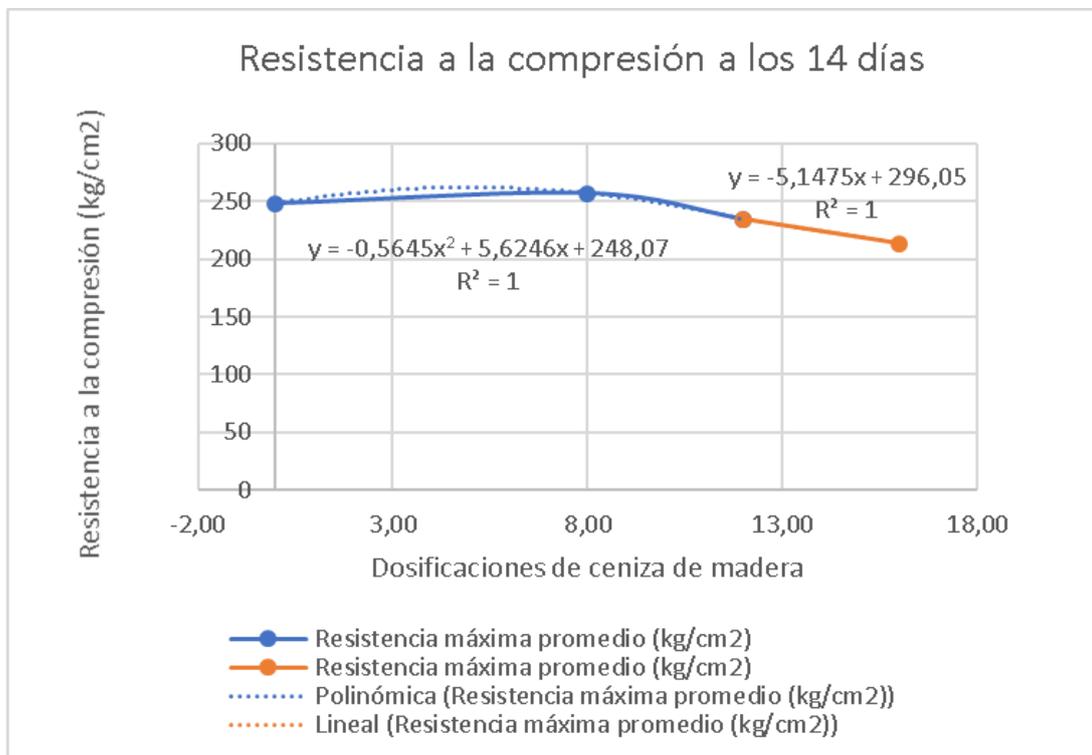
Figura 12. Gráfico de la variación de la fortaleza a la compresión axial a los 7 días.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 22.** Fortaleza a la compresión axial de las probetas a los 14 días

Descripción	Edad (días)	F'c de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia máxima promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje obtenido (%) >75% f'c
Concreto patrón	14	280	248.07	88.60
Concreto + 8% de CM	14	280	256.94	91.76
Concreto + 12% de CM	14	280	234.28	83.67
Concreto + 16% de CM	14	280	213.69	76.32

Fuente: Elaboración propia



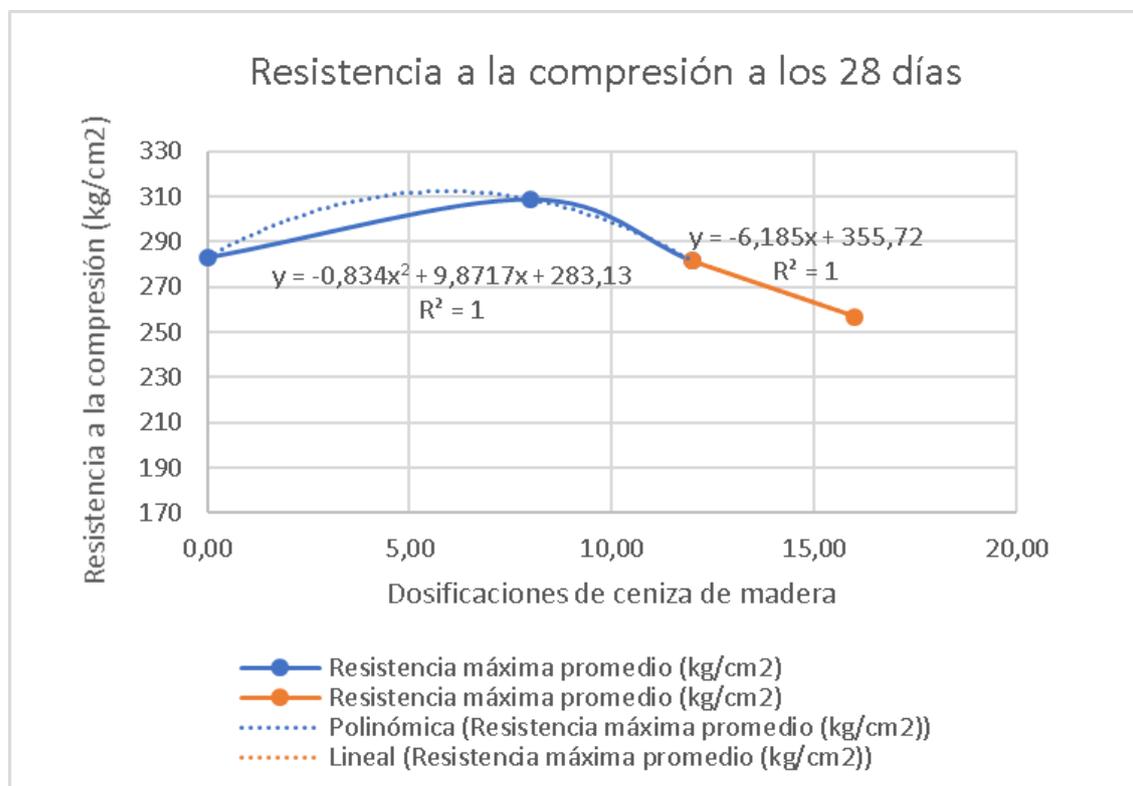
**Figura 13.** Gráfico de la variación de la fortaleza a la compresión axial a los 14 días.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 23.** Fortaleza a la compresión axial de las probetas a los 28 días

Descripción	Edad (días)	F'c de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia máxima promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje obtenido (%) >75% f'c
Concreto patrón	28	280	283.13	101.12
Concreto + 8% de CM	28	280	308.73	110.26
Concreto + 12% de CM	28	280	281.50	100.54
Concreto + 16% de CM	28	280	256.76	91.70

Fuente: Elaboración propia



**Figura 14.** Gráfico de la variación de la fortaleza a la compresión axial a los 28 días.

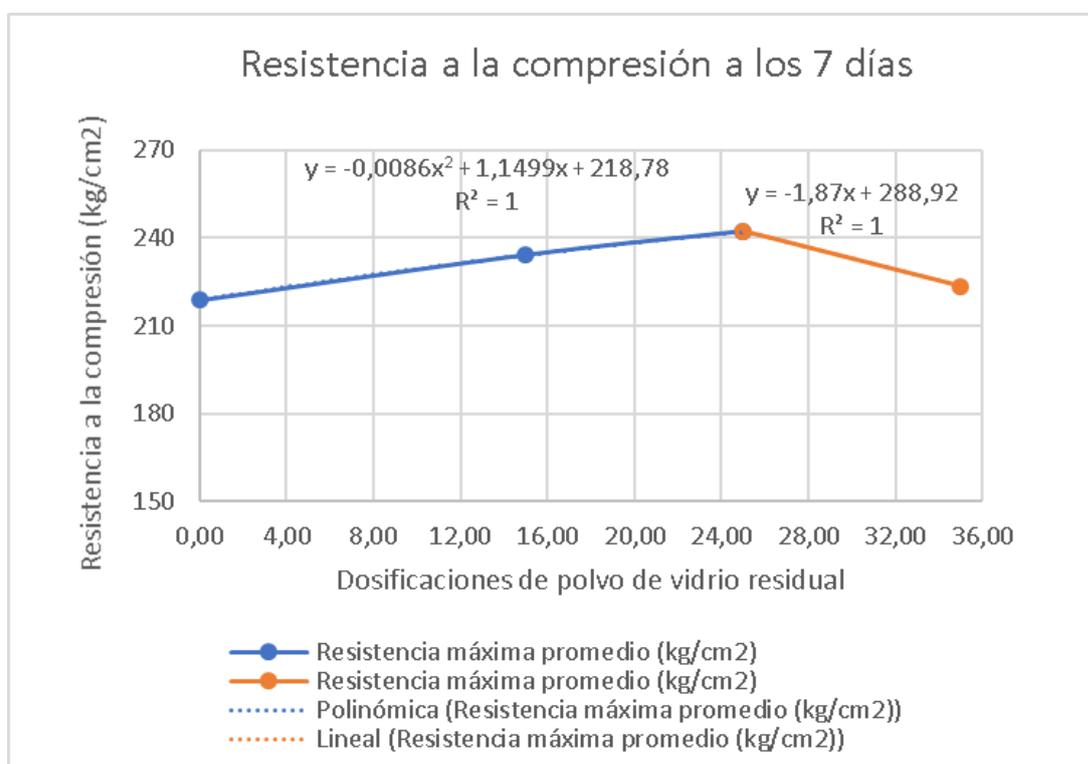
Fuente: Elaboración propia

## Con sustitución de polvo de vidrio residual

**Tabla 24.** Fortaleza a la compresión axial de las probetas a los 7 días

Descripción	Edad (días)	F'c de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia máxima promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje obtenido (%) >75% f'c
Concreto patrón	7	280	218.78	78.14
Concreto + 15% de PV	7	280	234.1	83.61
Concreto + 25% de PV	7	280	242.17	86.49
Concreto + 35% de PV	7	280	223.47	79.81

Fuente: Elaboración propia



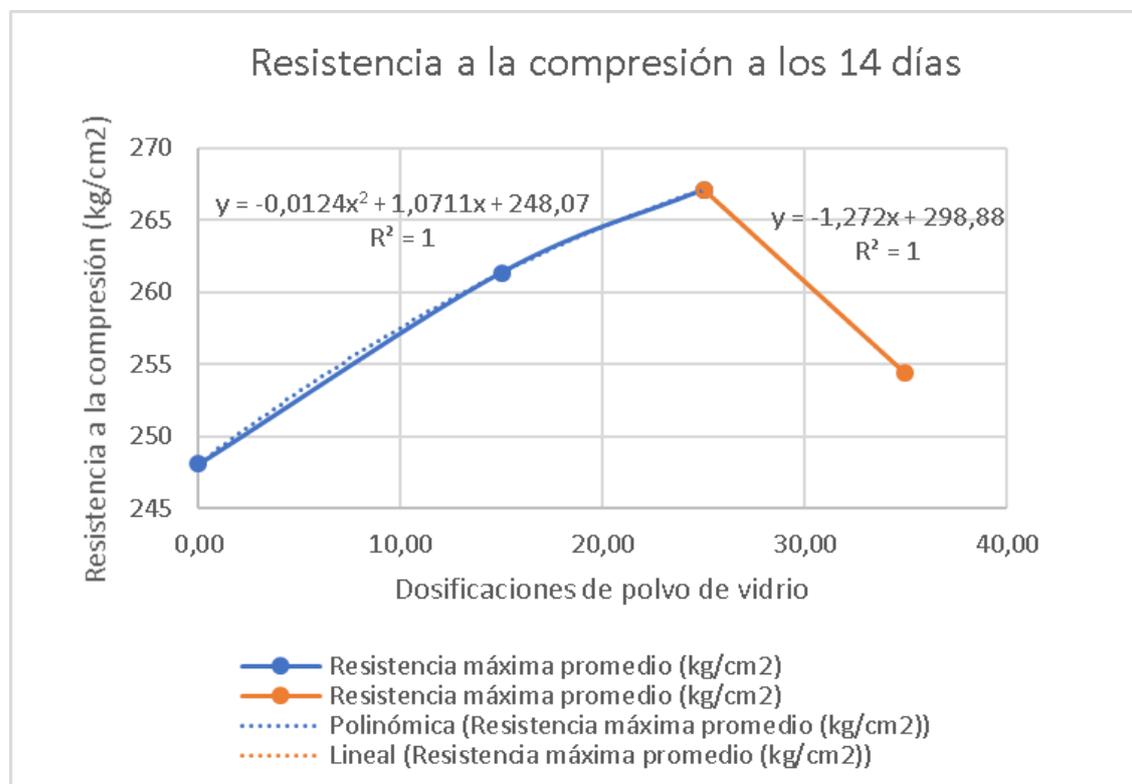
**Figura 15.** Gráfico de la variación de la fortaleza a la compresión a los 7 días.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 25.** Fortaleza a la compresión axial de las probetas a los 14 días

Descripción	Edad (días)	F'c de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia máxima promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje obtenido (%) >75% f'c
Concreto patrón	14	280	248.07	88.60
Concreto + 15% de PV	14	280	261.34	93.34
Concreto + 25% de PV	14	280	267.08	95.39
Concreto + 35% de PV	14	280	254.36	90.84

Fuente: Elaboración propia



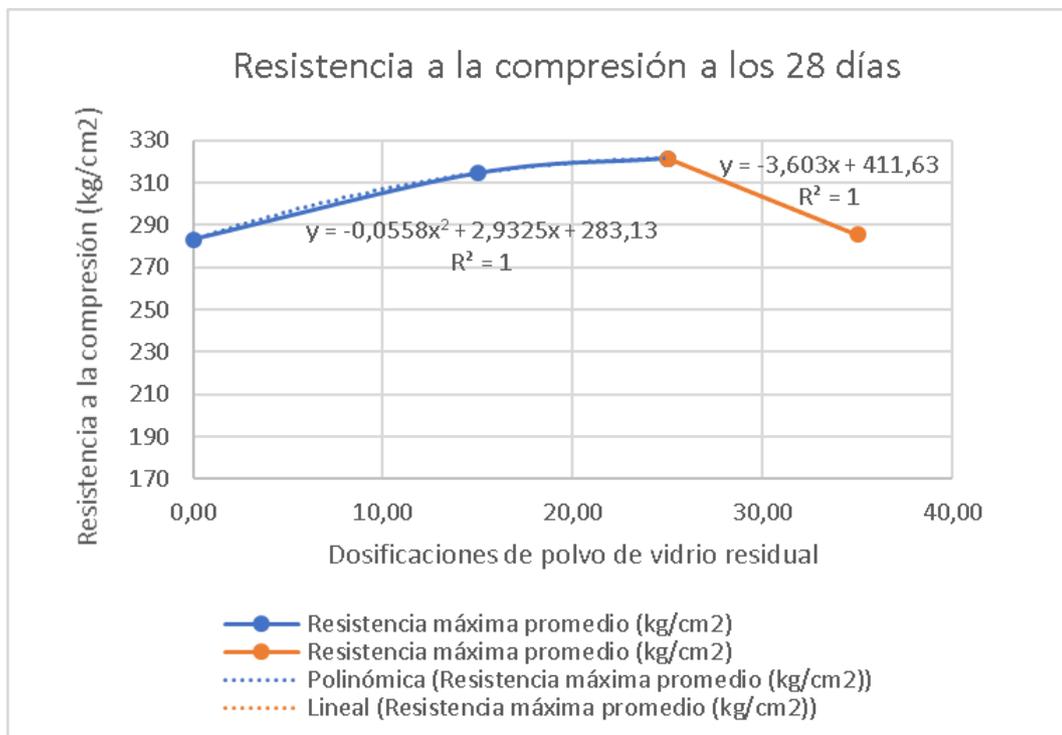
**Figura 16.** Gráfico de la variación de la fortaleza a la compresión a los 14 días.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 26.** Fortaleza a la compresión axial de las probetas a los 28 días

Descripción	Edad (días)	F'c de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia máxima promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje obtenido (%) >75% f'c
Concreto patrón	28	280	283.13	101.12
Concreto + 15% de PV	28	280	314.56	112.34
Concreto + 25% de PV	28	280	321.56	114.84
Concreto + 35% de PV	28	280	285.53	101.98

Fuente: Elaboración propia



**Figura 17.** Gráfico de la variación de la fortaleza a la compresión a los 28 días.

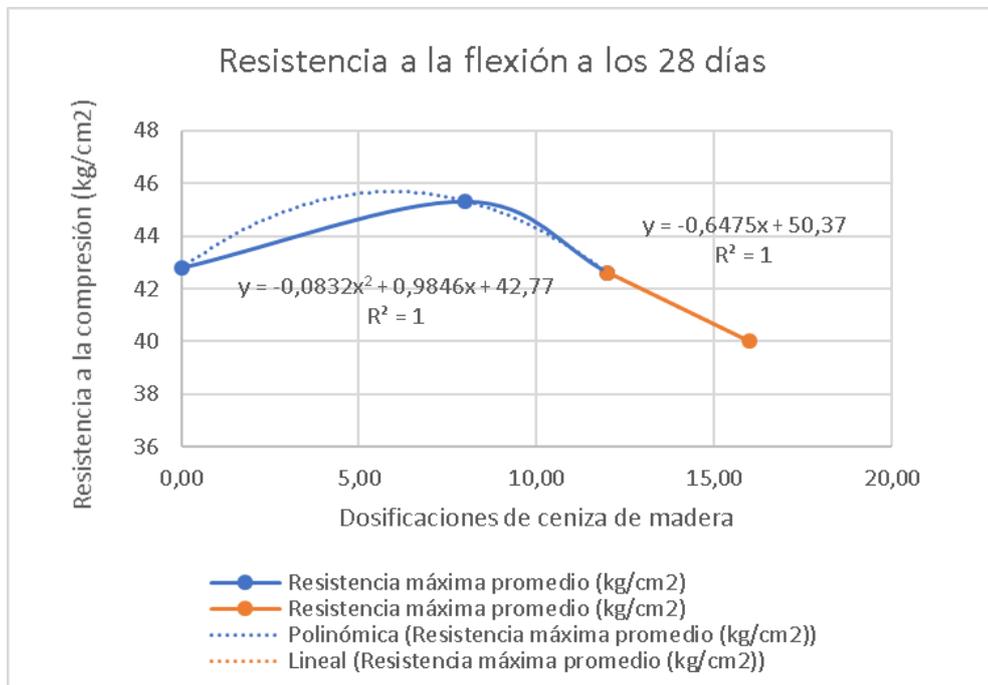
Fuente: Elaboración propia

**Con adición de ceniza de madera**

**Tabla 27.** Fortaleza a la flexión de las probetas a los 28 días

Descripción	Edad (días)	F'c de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia máxima promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto patrón	28	280	42.77
Concreto + 8% de CM	28	280	45.32
Concreto + 12% de CM	28	280	42.6
Concreto + 16% de CM	28	280	40.01

Fuente: Elaboración propia



**Figura 18.** Gráfico de la variación de la fortaleza a la flexión a los 28 días.

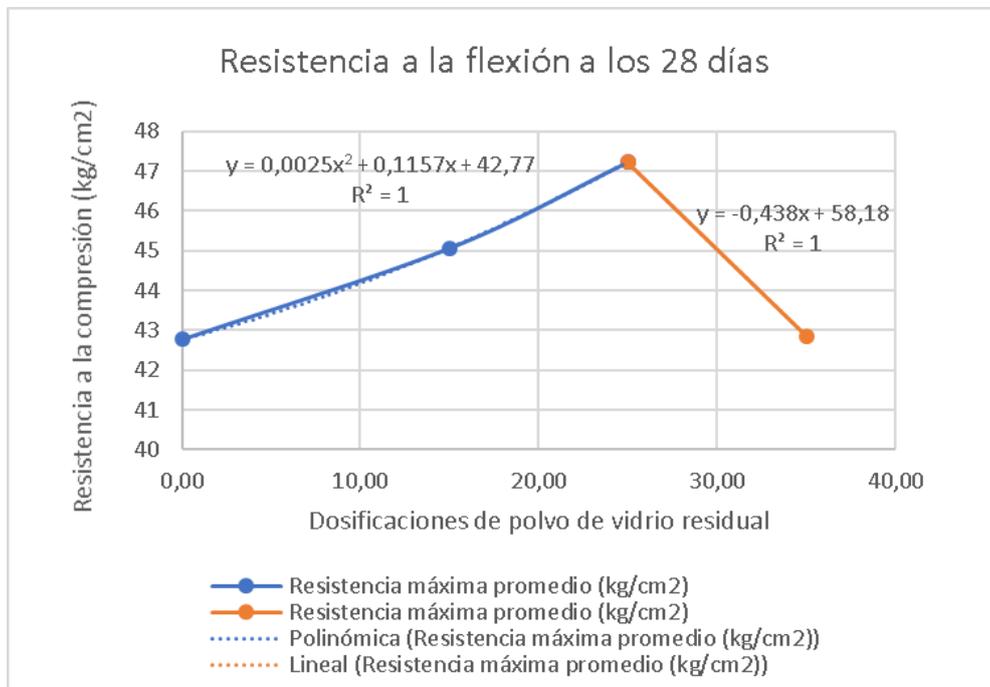
Fuente: Elaboración propia

**Con sustitución de polvo de vidrio residual**

**Tabla 28.** Fortaleza a la flexión de las probetas a los 28 días

Descripción	Edad (días)	F'c de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia máxima promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto patrón	28	280	42.77
Concreto + 15% de PV	28	280	45.07
Concreto + 25% de PV	28	280	47.23
Concreto + 35% de PV	28	280	42.85

Fuente: Elaboración propia



**Figura 19.** Gráfico de la variación de la fortaleza a la flexión a los 28 días.

Elaboración propia

**Objetivo 1:**

**Determinar la influencia adicionando la ceniza de madera en 0%, 8%, 12% y 16% en función al peso del cemento y la sustitución agregado fino por polvo de vidrio residual 0%, 15%, 25% y 35% sobre el asentamiento del concreto  $f'c:280 \text{ kg/cm}^2$ , Andahuaylas, 2022.**

**Ensayo de consistencia del concreto**

La prueba de revenimiento del concreto, es parte de la propiedad física del concreto en estado fresco. Este ensayo se realizó para los diseños de mezcla (convencional, 8%, 12% y 16% de adición de ceniza de madera en función de peso de cemento y sustitución del agregado fino de 15%, 25% y 35% de polvo de vidrio); empleando un molde troncocónico, donde se mide el revenimiento luego que se realice el desmolde de este, indicando así su consistencia.



**Figura 20.** *Ensayo de consistencia del concreto en el laboratorio*

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 29.** *Ensayo de consistencia del concreto + adición de ceniza de madera (CM)*

Descripción	Concreto patrón	Concreto + 8% Ceniza madera	Concreto + 12% Ceniza madera	Concreto + 16% Ceniza madera
Slump (pulg.)	4	3.5	2.8	2.4

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 30.** *Ensayo de consistencia del concreto + sustitución de polvo de vidrio (PV)*

Descripción	Concreto patrón	Concreto + 15% Polvo de vidrio	Concreto + 25% Polvo de vidrio	Concreto + 35% Polvo de vidrio
Slump (pulg.)	4	4.2	4.4	4.5

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 31.** *Clasificación de consistencia del concreto*

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración ligera chuseado
fluida	>5"	Muy trabajable	Chuseado

Fuente: (Lamus, F. & Andrade, S., 2014)

**Interpretación:** La prueba de revenimiento se realizó para indicar la influencia que tiene la adición de la ceniza de madera en dosis de (8%, 12% y 16%) respecto al peso del cemento y empleo de polvo de vidrio en (15%, 25% y 35%) sustitución respecto al peso del agregado fino en el concreto separadamente de cada diseño por individual. Este ensayo se realizó según la normativa ASTM C143, por tanto el asentamiento según la ceniza de madera se observó que va disminuyendo a medida que va acrecentando la dosis se observa un disminución en el asentamiento con respecto al patrón pues utilizando 8% de adición disminuye 12.5%, para el 12% de adición disminuye un 30% y para 16% de adición disminuye 40%; en cambio empleando el polvo de vidrio residual se observa un acrecentamiento en el asentamiento con respecto al patrón pues utilizando 15% de adición aumenta 5%, para el 25% de adición aumenta un 10% y para 35% de adición aumenta un 12.5%. Considerándose una mezcla poco trabajable cuando se empleó ceniza de madera a diferencia de la mezcla que se empleó polvo de vidrio que se le consideró trabajable.

**Objetivo 2:**

**Determinar la influencia adicionando la ceniza de madera en 0%, 8%, 12% y 16% en función al peso del cemento y la sustitución agregado fino por polvo de vidrio residual 0%, 15%, 25% y 35% sobre la resistencia a la compresión del concreto  $f'c:280 \text{ kg/cm}^2$ , Andahuaylas, 2022.**

**Ensayo de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas**

Siendo elaboradas 63 muestras cilíndricas de 15 de diámetro y 30 cm de altura en total, de las cuales 9 fueron del concreto base y 27 para el concreto con adición de (8%, 12% y 16%) ceniza de madera (CM); y 27 para el concreto con sustitución de (15%, 25% y 35%) polvo de vidrio residual (VR) según sea el caso el caso de rotura a 7, 14 y 28 días.



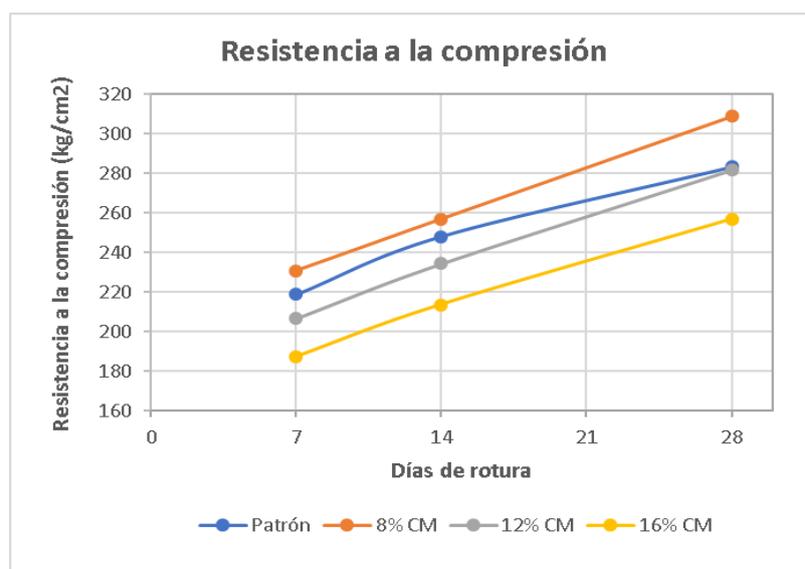
**Figura 21.** Gráfica de resistencia de la compresión axial de las probetas cilíndricas

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 32.** Resistencias a la compresión axial promedio del concreto - CM

Edad	Base	8% CM	12% CM	16% CM
7	218.78	230.8	206.69	187.38
14	248.07	256.94	234.28	213.69
28	283.13	308.73	281.50	256.76

Fuente: Elaboración propia.



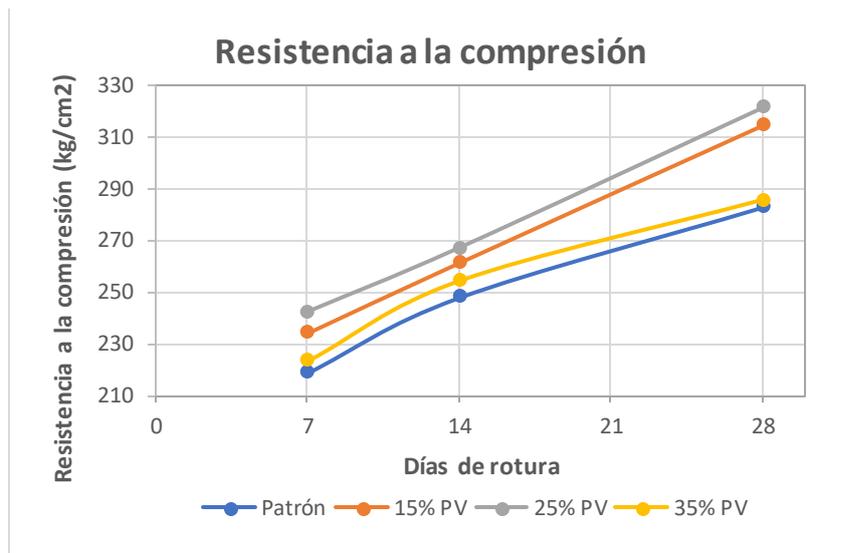
**Figura 22.** Gráfica de resistencia de la compresión axial de las probetas cilíndricas con ceniza de madera (CM)

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 33.** Resistencias a la compresión axial promedio del concreto - PV

Edad	Base	15% PV	25% PV	35% PV
7	218.78	234.1	242.17	223.47
14	248.07	261.34	267.08	254.36
28	283.13	314.53	321.56	285.53

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 23.** Gráfica de resistencia de la compresión axial de las probetas cilíndricas con polvo de vidrio (PV)

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** El ensayo de fortaleza tiene la realización para determinar tiene la adición de la ceniza de madera en función al peso del cemento en porcentajes de 8%, 12% y 16% con respecto al concreto patrón, se pudo observar que con la ceniza de madera de 8% y 16% tuvieron un comportamiento superior a la muestra patrón a los 7 días del proceso del curado; se obtuvo que a menor porcentaje se tuvo un mejor comportamiento superior con 8% de ceniza de madera al 5.49% respecto al patrón. Se pudo observar que la sustitución con el polvo de vidrio residual en función al peso del agregado fino de 15% y 35% tuvieron un comportamiento superior a la muestra patrón a los 7 días del proceso del curado; se obtuvo que a mayor porcentaje se tuvo un mejor comportamiento superior con 25% de polvo de vidrio residual al 10.69% respecto al patrón. A los 14 días con 8% de ceniza de madera se tuvo un aumento del 3.58%, con 12% de tuvo una reducción 5.56% por debajo del patrón y con 16% de ceniza de madera se tuvo la más baja reducción de capacidad con 13.86% respecto al patrón; no obstante, a los 14 días con 15% de polvo de vidrio se tuvo un incremento del 5.35%, con 25% de PV se tuvo un aumento del 7.66% y con 35% de PV una considerable reducción de resistencia del 2.54% respecto al patrón, no siendo inferior a la resistencia patrón. A los 28 días con 8% de ceniza de madera se tuvo un aumento del 9.04%, con 12% de tuvo una reducción 0.58% por debajo del patrón y con 16% de ceniza de madera se tuvo una reducción de capacidad de 9.31% respecto al patrón; no obstante, a los 28 días con 15% de polvo de vidrio se tuvo un incremento del

11.10%, con 25% de PV se tuvo un aumento del 13.57% y con 35% de PV una reducción de resistencia del 0.85% respecto al patrón no siendo inferior a la resistencia patrón.

**Objetivo 3:**

**Determinar la influencia adicionando la ceniza de madera en 0%, 8%, 12% y 16% en función al peso del cemento y la sustitución agregado fino por polvo de vidrio residual 0%, 15%, 25% y 35% sobre la resistencia a la flexión del concreto  $f'c:280 \text{ kg/cm}^2$ , Andahuaylas, 2022.**

**Ensayo de resistencia a la flexión**

Y para ensayo de flexión con medidas 15 x 15 x 45 cm, un global de 21 vigas prismáticas, contabilizando 03 muestras patrón, y 09 muestras con adición de ceniza de madera y 09 muestras con sustitución de polvo de vidrio residual, rotura a los 28 días.



**Figura 24.** Gráfica de resistencia de flexión de las probetas prismáticas

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 34.** Resistencias a la flexión promedio del concreto - CM

Edad	Base	8% CM	12% CM	16% CM
28	42.77	45.32	42.6	40.01

Fuente: Elaboración propia.



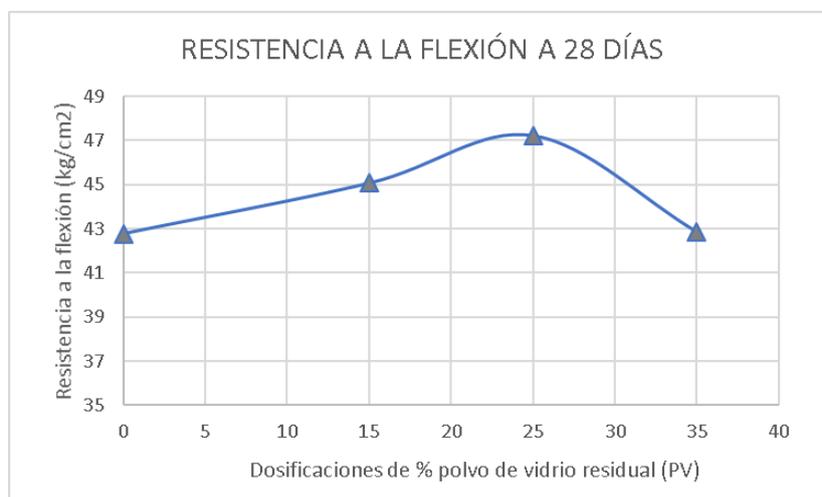
**Figura 25.** Gráfica de resistencia de flexión de las probetas prismáticas con ceniza de madera (CM)

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 35.** Resistencias a la flexión promedio del concreto - PV

Edad	Base	15% PV	25% PV	35% PV
28	42.77	45.07	47.23	42.85

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 26.** Gráfica de resistencia de flexión de las probetas prismáticas con polvo de vidrio (PV)

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** El ensayo de fortaleza a flexión tiene la realización para determinar tiene la adición de la ceniza de madera en función al peso del cemento en porcentajes de 8%, 12% y 15% con respecto al concreto patrón presentó un acrecentamiento del 5.96% con un valor de 45.32 kg/cm<sup>2</sup> utilizando 8% de CM respecto al modelo patrón con un módulo de rotura de 42.77 kg/cm<sup>2</sup>. Presentó una reducción del 0.40% con un valor de 42.6 kg/cm<sup>2</sup> utilizando 12% de CM respecto al modelo patrón con un módulo de rotura de 42.77 kg/cm<sup>2</sup>. Presentó una reducción del 6.45% con un valor de 40.01 kg/cm<sup>2</sup> utilizando 16% de CM respecto al modelo patrón con un módulo de rotura de 42.77 kg/cm<sup>2</sup>, considerando resistencias por debajo del patrón y dichos resultados a 28 días de rotura.

La sustitución de polvo de vidrio residual en función del peso del agregado fino en porcentajes de 15%, 25% y 35% con respecto al concreto patrón presentó un acrecentamiento del 5.38% con un valor de 45.07 kg/cm<sup>2</sup> utilizando 15% de PV respecto al modelo patrón con un módulo de rotura de 42.77 kg/cm<sup>2</sup>. Presentó un acrecentamiento del 10.43% con un valor de 47.23 kg/cm<sup>2</sup> utilizando 25% de PV respecto al modelo patrón con un módulo de rotura de 42.77 kg/cm<sup>2</sup>. Presentó una reducción del 0.19% con un valor de 42.85 kg/cm<sup>2</sup> utilizando 35% de PV respecto al modelo patrón con un módulo de rotura de 42.77 kg/cm<sup>2</sup>. No bajando por debajo del patrón, y dichos resultados a 28 días de rotura.

## V. DISCUSIÓN

**Objetivo 1:** Determinar la influencia adicionando la ceniza de madera en 0%, 8%, 12% y 16% en función al peso del cemento y la sustitución agregado fino por polvo de vidrio residual 0%, 15%, 25% y 35% sobre el asentamiento del concreto  $f'c:280$  kg/cm<sup>2</sup>, Andahuaylas, 2022.

Antecedente: Moretto, R. (2020) en su investigación sustituyo agregado fino por ceniza de madera en porcentaje de 5% a 10% presentando una baja trabajabilidad reduciendo su slump. El investigador Henrique, P. (2016) en su investigación sustituyó parte del cemento por polvo de vidrio en 5%, 10%, 20% y 100% presentando una alta trabajabilidad aumentando su slump.

Resultados: En el estado fresco la prueba de revenimiento del concreto patrón  $f'c:280$  kg/cm<sup>2</sup>, tuvo un slump de 4" a diferencia con la inclusión de la ceniza de madera con dosis de 8%, 12% y 16% en función al peso del cemento con resultados en forma reductiva 3.5", 2.8" y 2.4" respectivamente, siendo el mejor resultado el de 8% quien se mantuvo en el rango plástico y una trabajabilidad aceptable. En tanto, con la sustitución de las dosis de polvo de vidrio de 15%, 25% y 35% en función al peso del agregado fino se tuvo resultados en forma aumentativa de 4.2", 4.4" y 4.5", sobrepasando el rango de trabajable a muy trabajable, debido que el vidrio no es absorbente de agua a diferencia de la ceniza de madera que si lo es.

Comparación: Según los antecedentes, la ceniza de madera disminuye la trabajabilidad del concreto; y esto se demuestra en la presente investigación, pues al incrementarse las dosis de ceniza de madera el slump va reduciendo, haciéndolo poco trabajable siendo similar al antecedente. En tanto, el antecedente, de polvo de vidrio la trabajabilidad es todo lo contrario tiende a aumentar; demostrando similitud con la actual investigación, pues al aumentar las dosis el slump va creciendo respectivamente, haciendo muy trabajable, similar al antecedente.

**Objetivo 2:** Determinar la influencia adicionando la ceniza de madera en 0%, 8%, 12% y 16% en función al peso del cemento y la sustitución agregado fino por polvo de vidrio residual 0%, 15%, 25% y 35% sobre la resistencia a la compresión del concreto  $f'c:280$  kg/cm<sup>2</sup>, Andahuaylas, 2022.

**Antecedente:** Elahi, M. et al. (2015) en su investigación incorporó dosis de 10%, 15% y 20% de ceniza de madera logrando obtener una resistencia a la compresión

aceptable con 10%. Los autores Arivalagan, S & Sethuraman, V. (2020), tomaron dosis de 10%, 15% y 30% de polvo de vidrio donde se aumentó la resistencia a compresión con 20% de polvo de vidrio en función a la sustitución del agregado fino.

**Resultados:** Al realizarse la prueba de laboratorio de resistencia a la compresión, el concreto patrón su resultado fue de 283.13 kg/cm<sup>2</sup> y consecuentemente a manera que se añadió las dosis de ceniza de madera en 8% (308.73 kg/cm<sup>2</sup>), 12% (281.50 kg/cm<sup>2</sup>), y 16% (256.76 kg/cm<sup>2</sup>), último dos resultados no sobrepasaron los 280 kg/cm<sup>2</sup> y solo un porcentaje (8%CM) logró aumentar la resistencia a la compresión. No obstante, cuando se sustituyó las dosis de polvo de vidrio en 15% (314.53 kg/cm<sup>2</sup>), 25% (321.56 kg/cm<sup>2</sup>), y 35% (285.53 kg/cm<sup>2</sup>), resultados sobrepasaron los 280 kg/cm<sup>2</sup> y solo un porcentaje (25%PV) logró aumentar la resistencia a la compresión a los 28 días de rotura par ambas.

**Comparación:** Con la ceniza de madera el antecedente se tuvo resultados favorables pues tuvo aumento de resistencia a la compresión con la menor dosis de 10% de ceniza; y en la presente investigación se alcanzó el mismo resultado con la menor dosificación del 8% de ceniza y a medida que aumentaba la dosis descende su resistencia a la compresión por debajo del patrón.

Con el polvo de vidrio el antecedente se tuvo resultados favorables pues tuvo aumento de resistencia a la compresión con la dosis intermedia de 20% de polvo de vidrio; y en la presente investigación se alcanzó el mismo resultado con el valor intermedio de 25% de polvo de vidrio y a medida que aumentaba la dosis descende su resistencia a la compresión, pero los resultados no están por debajo del patrón.

**Objetivo 3:** Determinar la influencia adicionando la ceniza de madera en 0%, 8%, 12% y 16% en función al peso del cemento y la sustitución agregado fino por polvo de vidrio residual 0%, 15%, 25% y 35% sobre la resistencia a la flexión del concreto f'c:280 kg/cm<sup>2</sup>, Andahuaylas, 2022.

**Antecedente:** Chamoli, I y Paredes, M. (2019), incorporaron 5%, 10% y 15% de ceniza de coco, donde presentó aumento de resistencia a la flexión con la menor dosis del 10% y 15% de ceniza. Los autores Arivalagan, S. & Sethuraman, V. (2020), tomaron dosis de 10%, 15% y 30% de polvo de vidrio donde se aumentó la

resistencia a flexión con 20% de polvo de vidrio en función a la sustitución del agregado fino.

**Resultados:** Al realizarse la prueba de laboratorio de resistencia a la flexión, el concreto patrón su resultado fue de 42.77 kg/cm<sup>2</sup> y consecuentemente a manera que se añadió las dosis de ceniza de madera en 8% (45.32 kg/cm<sup>2</sup>), 12% (42.6 kg/cm<sup>2</sup>), y 16% (40.01 kg/cm<sup>2</sup>), último dos resultados no sobrepasaron el valor del patrón y solo un porcentaje (8%CM) logró aumentar la resistencia a la flexión. No obstante, cuando se sustituyó las dosis de polvo de vidrio en 15% (45.07 kg/cm<sup>2</sup>), 25% (47.23 kg/cm<sup>2</sup>), y 35% (42.85 kg/cm<sup>2</sup>), resultados sobrepasaron el patrón y solo un porcentaje (25%PV) logró aumentar la resistencia a la flexión.

**Comparación:** Con la ceniza de madera el antecedente se tuvo resultados favorables pues tuvo aumento de resistencia a la flexión con las dosis de 10% y 15% de ceniza; y en la presente investigación se alcanzó el mismo resultado con la menor dosificación del 8% de ceniza y a medida que aumentaba la dosis descende su resistencia a la compresión por debajo del patrón.

Con el polvo de vidrio el antecedente se tuvo resultados favorables pues tuvo aumento de resistencia a la flexión con la dosis intermedia de 20% de polvo de vidrio; y en la presente investigación se alcanzó el mismo resultado con el valor intermedio de 25% de polvo de vidrio y a medida que aumentaba la dosis descende su resistencia a la flexión, pero los resultados están por debajo del patrón.

## VI. CONCLUSIONES

**TESIS:** Evaluación de la ceniza de madera y polvo residual en el pavimento rígido  $f'c: 280 \text{ kg/cm}^2$ , Andahuaylas, 2022.

Evaluar la **influencia** de la ceniza de madera y polvo de vidrio en las propiedades del pavimento rígido  $f'c: 280 \text{ kg/cm}^2$ , Andahuaylas, 2022.

**Objetivo General.** Se evaluó que, las propiedades del concreto con ceniza de madera y polvo de vidrio, mejora las características del concreto  $f'c: 280 \text{ kg/cm}^2$ , Andahuaylas, observando su evaluación en sus características tanto físicas y mecánicas: 1) al reducir su asentamiento con la ceniza de madera y aumentando su asentamiento con el polvo de vidrio; 2) al aumentar su fortaleza a la compresión axial con la ceniza de madera y con el polvo de vidrio; 3) al aumentar su fortaleza a la flexión con la ceniza de madera y con el polvo de vidrio.

**Objetivo Específico 1.** Se estableció que el porcentaje de ceniza de madera en el ensayo de asentamiento, influyó en la disminución del Slump y la trabajabilidad del concreto en 40% al emplearse un 16% de ceniza de madera del porcentaje más alto de uso; en tanto, en el polvo de vidrio influyó en el aumento del Slump y la trabajabilidad en 12.5% al utilizarse 35% de polvo de vidrio; entonces la influencia de la ceniza de madera y polvo de vidrio está directamente relacionada con las dosificaciones propuestos, en la primera reduciendo el Slump y en la otra aumentando el Slump, el cual queda corroborada.

**Objetivo Específico 2.** Se estableció la determinación de la dosificación óptima de ceniza de madera y polvo de vidrio en la resistencia a la compresión axial del concreto.

Para la prueba de laboratorio de compresión, la adición en proporciones de ceniza de madera influyó a menor dosis, pues a medida que se aumentó las dosis tuvo a reducir la resistencia a compresión por debajo del patrón de  $283.13 \text{ kg/cm}^2$  con 0%, obteniéndose valores de incremento desde  $308.73 \text{ kg/cm}^2$  con el 8% de ceniza de madera y luego la disminución de sus resistencia desde  $281.50$  al  $256.76 \text{ kg/cm}^2$  con un 12% y 16% de ceniza de madera; entonces la ceniza de madera influyó negativamente a partir de la segunda y tercera dosis propuestas, respecto al ensayo de la fortaleza a la compresión a los 28 días de rotura.

La sustitución en proporciones de polvo de vidrio influyó a medida que se aumentó resistencia cuando la proporción de polvo de vidrio aumenta y luego tiende a

disminuir, la resistencia a la compresión con la máxima dosis; pues el patrón tuvo 283.13 kg/cm<sup>2</sup>, luego aumenta con 15% hasta el 25% de polvo de vidrio con 314.53 y 321.56 kg/cm<sup>2</sup> y luego disminuye con 35% con 285.53 kg/cm<sup>2</sup>; entonces la influencia del polvo de vidrio es positiva hasta el 25% de polvo de vidrio propuesto, respecto al ensayo a la compresión a los 28 días de rotura.

**Objetivo Específico 3.** Se estableció la determinación de la dosificación óptima de ceniza de madera y polvo de vidrio en la resistencia a la flexión del concreto.

Para la prueba de laboratorio de flexión, la adición en proporciones de ceniza de madera influyó a mayor dosis, pues a medida que se aumentó la dosis tuvo a aumentar la resistencia a flexión por encima del patrón de 42.77 kg/cm<sup>2</sup> con 0%, obteniéndose valores de incremento desde 45.32 kg/cm<sup>2</sup> con el 8% de ceniza de madera y luego una reducción en sus dos dosis siguientes de 42.6 y 40.01 kg/cm<sup>2</sup> con un 12 y 16% de ceniza de madera; entonces la ceniza de madera influyó negativamente a partir de la segunda y tercera dosis propuestas, respecto al ensayo de la fortaleza a la flexión a los 28 días de rotura.

La sustitución en proporciones de polvo de vidrio influyó a medida que se aumentó resistencia cuando la proporción de polvo de vidrio aumenta y luego tiende a disminuir, la resistencia a la flexión con la máxima dosis; pues el patrón tuvo 42.77 kg/cm<sup>2</sup>, luego aumenta con 15% hasta el 25% de polvo de vidrio con 45.07 y 47.23 kg/cm<sup>2</sup> y luego disminuye con 35% con 42.85 kg/cm<sup>2</sup>; entonces la influencia del polvo de vidrio es positiva hasta el 25% de polvo de vidrio propuesto, respecto al ensayo a la resistencia de flexión a los 28 días de rotura.

## VII. RECOMENDACIONES

**Objetivo Específico 1.** En la presente investigación al elegirse las dosificaciones de ceniza de madera que iban desde un 8% hasta un 16%, en solo la primera dosis se logró mantenerse el rango de slump (3" a 4") plástico y trabajable a comparación de seguir aumentando la dosis de ceniza, se recomienda para mejorar la trabajabilidad del concreto cuando se emplee ceniza de madera se sugiere utilizar un aditivo plastificante. En tanto el polvo de vidrio que iba desde 15% hasta un 35%, en todas las dosis aumenta la trabajabilidad, se recomienda emplearse sin utilizar aditivos plastificantes por contener buena trabajabilidad.

**Objetivo Específico 2.** En la presente investigación al elegirse los porcentajes de ceniza de madera que iban del 8% al 16% se obtuvo una mayor resistencia a la compresión axial  $f'_c$ : 280 kg/cm<sup>2</sup> con la menor dosificación comprados al original, pero al incrementar mayor a 8% la resistencia disminuyó hasta menos del diseño original; por lo tanto, se recomienda emplear porcentajes de ceniza de madera menores al 8% hasta encontrar el porcentaje que revierta la resistencia a la compresión axial en una nueva investigación, para encontrar el porcentaje óptimo (que revierta la resistencia). En tanto el polvo de vidrio que iba desde 15% hasta un 35%, en las dos dosis primeras llega al límite de resistencia a la compresión y luego reduce la resistencia con la mayor cantidad de polvo de vidrio, se recomienda emplear con 25% emplearse para la resistencia a la compresión por tener mayor resistencia no se recomienda utilizar mayor a ese porcentaje.

**Objetivo Específico 3.** En la presente investigación al seleccionarse los porcentajes de ceniza de madera que iban desde el 8% al 16% donde obtuvo un mayor incremento con la menor dosis del 8% la resistencia a la flexión, y a mayor de dosis la resistencia a la flexión se reduce; por lo tanto, se recomienda emplear en nuevas investigaciones con dosis menores al 8%. En tanto el polvo de vidrio que iba desde 15% hasta un 35%, en las dos dosis primeras llega al límite de resistencia a la flexión y luego reduce la resistencia con la mayor cantidad de polvo de vidrio, se recomienda emplear con 25% emplearse para la resistencia a la flexión por tener mayor resistencia, no se recomienda utilizar mayor a esa dosis.

## REFERENCIAS

1. *APPLICATION OF WOOD ASH IN THE PRODUCTION OF CONCRETE*. **Elahi, Mansoor, et al.** 2, 2015, Construction and Building Materials, Vol. 27, pp. 1277-1280. 1013-5316.
2. *Thermal and mechanical performance of cool concrete pavements containing waste glass*. **Balan, I., Anupam, B.R. and Sharma, Sunil.** 2021, Construction and Building Materials, Vol. 290, pp. 1-13. 0950-0618.
3. *Durabilidad del concreto con agregados de alta absorción*. **Solís-Carcaño, Rómel and Alcocer-Fraga, Miguel.** 4, 2019, Ingeniería, investigación y tecnología, Vol. 20, pp. 1-14. 1405-7743.
4. *A study on the suitability of solid waste materials in pavement construction: A review*. **Vishnu, T.B. and Singh, K.L.** 5, 2021, International Journal of Pavement Research and Technology, Vol. 14, pp. 625-637. 19966814.
5. *The Effect of Wood Ash as a Partial Cement The Effect of Wood Ash as a Partial Cement Wood-Cement Panels*. **Vu, Viet-Anh, et al.** 17, 2019, materials, Vol. 12, pp. 1-11.
6. *Thermal and mechanical performance of cement concrete pavements containing PVC-glass mix*. **Anupam, B.R., Balan, L. and Sharma, Sunil.** 2021, Road Materials and Pavement Design, pp. 1-14.
7. **Lamuz, Fabian and Andrade, Sofía.** *CONCRETO REFORZADOS FUNDAMENTOS*. Bogotá : ECOE EDICIONES, 2014. 978-958-771-259-9.
8. *Mechanical Properties of Recycled Aggregate Concrete Subjected to Compression Test*. **Xianggang, Zhang, Shuren, Wang and Xiang, Gao.** 6, Greece : Kavala Institute of Technology, 2018, Journal of Engineering Science and Technology Review, Vol. 11, pp. 20-25. 17912377.
9. *Review on Improvement of Engineering Properties of soil Using Waste Plastic Bottles Strips (Polyethylene Terephthalate)*. **Singh, P. and Malhotra, S.** 2, 2018, International Journal on Emerging Technologies, Vol. 9, pp. 50-53.
10. *A comprehensive investigation on application of microsilica and rice straw ash in rigid pavement*. **Pandey, Arunabh and Kumar, Brind.** 2020, Construction and Building Materials, Vol. 252.
11. *Structural performance of jointed reinforced concrete pavement slab with subbase erosion*. **Said, Elkholy, Bilad, El-Ariss and Sameh, Galah.** 2020, Structures, Vol. 26, pp. 982-995.
12. *Sustainability factors in pavement materials, design, and preservation strategies: A literature review*. **Plati, Christina.** 2019, Construction and Building Materials, Vol. 211, pp. 539-555.

13. *Effect of incinerated paper sludge ash on fly ash-based geopolymer concrete.* **Senthamilselvi, Pachamuthu and Palanisamy, Thangaraju.** 9, 2017, GRAĐEVINAR, Vol. 69, pp. 851-859.
14. *Evaluation of the physical and mechanical properties of modified concrete with recycled crushed glass, using a proportion adjustment with the method ACI 211.1.* **Castro-Cardona, C., et al.** 2021, Construction and Building Materials, Vol. 313, p. 125378. 09500618.
15. *Potential of wood ash in purification of biogas.* **Mulu, E., et al.** 2021, Energy for Sustainable Development, Vol. 65, pp. 45 - 52. 09730826.
16. *Utilisation of waste glass powder to improve the performance of hazardous incinerated biomedical waste ash geopolymer concrete.* **Suresh, A., et al.** 1, 2022, Innovative Infrastructure Solutions, Vol. 7, p. 93. 23644176.
17. *Mechanical properties, impact resistance and bond strength of green concrete incorporating waste glass powder and waste fine plastic aggregate.* **Mohammed, T.K. and Hama, S.M.** 1, 2022, Innovative Infrastructure Solutions, Vol. 7, p. 49. 23644176.
18. *Co-utilization of waste glass cullet and glass powder in precast concrete products.* **Lu, J.X., et al.** 2019, Construction and Building Materials, Vol. 223, pp. 210-220. 09500618.
19. *Application of waste glass powder as a partial cement substitute towards more sustainable concrete production.* **Olofinnade, O.M., et al.** 2017, International Journal of Engineering Research in Africa, Vol. 31, pp. 77-93. 16633571.
20. **Moretto, Rafela.** *COMPORTAMENTO MECÂNICO DO CONCRETO COMPACTADO COM ROLO COM ADIÇÃO DA CINZA DE MADEIRA.* Joinville : UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2020.
21. *Performance of wood ash blended reinforced concrete beams under acid (HCl), base (NaOH) and salt (NaCl) curing conditions.* **Tejo Manikanta, B., Ranga Rao, V. and Achyutha Kumar, Reddy.** 3, 2018, International Journal of Engineering and Technology(UAE), Vol. 7, pp. 1045-1048. 2227524X.
22. **Toledo Ramirez, Jairo.** *Resistencia a compresión de mortero f'c 200 kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo parcialmente el cemento por ceniza de hoja de molle.* Chimbote : Universidad San Pedro, 2019.
23. **Lobatón, José.** *Influencia del vidrio triturado en la resistencia a la flexión del concreto estructural para pavimentos rígidos en la ciudad de Huancavelica-2018.* Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica, 2019.
24. **Hernández, Sampieri, R., Fernández, Collado, C. and Baptista, Lucio, María del Pilar.** *Metodología de la Investigación.* 6. México D.F. : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. p. 634.

25. **Jiménez, Merchán, Ronnie and Zambrano, Vera, Kevin.** *Fibra proveniente de sorbetes en la elaboración de hormigón para pavimento rígido.* Guayaquil : Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, 2019.
26. **Díaz, Pita, Julian and López, Rodríguez, Miguel.** *Análisis del comportamiento de concreto hidráulico adicionado con EAFS y polvo de vidrio reciclado.* Tunja : Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2018.
27. **Cruz, Salgado, César and Rosales, Gavilanes, Santiago.** *Diseño de hormigón bicompuesto con vidrio triturado y fibras de acero reciclado.* Quito : Universidad Central del Ecuador, 2018.
28. **Henrique, Pereira, Arthur.** *AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE VIDRO COMUM COMO POZOLANA E AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE SUCATA DE VIDRO TEMPERADO COMO AGREGADO GRAÚDO EM CONCRETOS.* MOURÃO : UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2016.
29. **Monteiro, Dias, James.** *Análise da influência de resíduos de vidros nas propriedades mecânicas do concreto.* Delmiro Gouveia : Universidade Federal de Alagoas, 2019.
30. **Chamoli, Inuma, Erick and Paredes, Marina, Toño.** *Calidad de un pavimento rígido incorporando la ceniza de coco para mejorar la resistencia a compresión y flexión, Moyobamba 2019.* Moyobamba : Universidad César Vallejo, 2019.
31. **Franz, Matheus, Evaristo.** *Resistencia de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con adición de ceniza de viruta de madera-Huaraz-2017.* Huaraz : Universidad San Pedro, 2018.
32. *Post-fire impact behavior and durability of steel fiber-reinforced concrete containing blended cement-zeolite and recycled nylon granules as partial aggregate replacement.* **Nematzadeh, M., Nazari, A. and Tayebi, M.** 1, 2022, Archives of Civil and Mechanical Engineering, Vol. 22.
33. *Mechanical properties and microstructure of High-Performance Concrete with bamboo leaf ash as additive.* **Odeyemi, SO., et al.** 2022, Cleaner Engineering and Technology, Vol. 6.
34. *Rice husk ash as a potential supplementary cementitious material in concrete solution towards sustainable construction.* **Mounika, G., Baskar, R. and Sri Kalyana Rama, J.** 1, 2022, Innovative Infrastructure Solutions, Vol. 7.
35. *Structural and optical properties of Gd<sup>+3</sup> doped Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-GeO<sub>2</sub> glasses and glass-ceramics.* **Gökce, M. and Kocyigit, D.** 2, 2019, Materials Research Express, Vol. 6.
36. *Long-term field performance of concrete produced with powder waste glass as partial replacement of cement.* **Nassar, R., Soroushian, P. and Sufyan-Ud-Din, D.** 2021, Case Studies in Construction Materials, Vol. 15.

37. *Recycled waste glass powder as a partial replacement of cement in concrete containing silica fume and fly ash.* **Ibrakin, KIM.** 2021, Case Studies in Construction Materials, Vol. 15.
38. *Performance evaluation of concrete manufactured with pre-coated recycled fine aggregates using supplementary cementitious materials.* **Lin, W.** 3, 2018, Sensors and Materials, Vol. 30.
39. *Use of sugar cane bagasse ash in ultra-high performance concrete (UHPC) as cement replacement.* **Wu, N., et al.** 2022, Construction and Building Materials, Vol. 317.
40. *Evaluation of pavement quality concrete prepared with locally available supplementary cementitious materials.* **Kumar, R., Bandyopadhyaya, R. and Chakravarty, H.** 1, 2022, Innovative Infrastructure Solutions, Vol. 7.
41. *Experimental study on the mechanical properties of concrete by partial replacement of glass powder as fine aggregate: An environmental friendly approach.* **Arivalagan, S. and Sethuraman, V.S.** 2021, Materials Today: Proceedings, Vol. 45, pp. 6035–6041. 2214-7853.
42. *Use of residual powder obtained from organic waste to partially replace cement in concrete.* **Soto-Izquierdo, Indara and Antonio-Ramalho, Marcio.** 195, 2016, DYNA, Vol. 83, pp. 147-155. 0012-7353.

<b>REFERENCIAS</b>	<b>42</b>
70% ULTIMOS 7 AÑOS	30
30% LIBROS - TESIS	12
40% EN INGLES	28

# ANEXOS

# ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

## MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

**TÍTULO:** Evaluación de la ceniza de madera y polvo de vidrio residual en el pavimento rígido f'c: 280 kg/cm2, Andahuaylas, 2022

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
INDEPENDIENTE						
CENIZA DE MADERA	La ceniza de madera es obtenida de proceso de quemas industriales o artesanales de madera de cualquier clase, la cual por un tiempo predeterminado se obtiene la ceniza a fuego y a temperatura constante. (Vishnu & Singh, 2021).	La ceniza de madera <b>adición</b> en forma proporcional al cemento en las dosificaciones <b>0%, 8%, 12% y 16%</b> respecto al peso del cemento, empleándose 07 combinaciones de diseños de mezclas: <b>B.BASE, B.CEB, B.C12 y B.CE16</b> ; con el objetivo de una <b>mejora</b> en las propiedades físicas y mecánicas del concreto en pavimentos rígidos de f'c: 280 kg/cm2.	DOSIFICACIÓN En Adición en peso de Cemento	0%	RAZÓN	<p><b>Método:</b> Científico</p> <p><b>Tipo de Investigación:</b> Tipo Aplicada</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b> EXPLICATIVA (Causa Efecto)</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b> Experimental (Cuasi)</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Población:</b> Todos las <b>probetas</b> ensayadas en el Laboratorio</p> <p><b>Muestra:</b> 7 Muestras Asentamiento 63 Muestras C.axial 21 Muestras Flexión</p> <p><b>Muestreo:</b> No Probabilístico</p> <p><b>Técnica:</b> Observación Directa Instrumentos de la investigación:</p> <p>Ficha Recolección de Datos</p> <p>Ficha Resultados de Laboratorio</p> <p>Según NTP - ASTM</p>
				8%		
				12%		
				16%		
POLVO DE VIDRIO	El polvo de vidrio pues este se obtiene del proceso de molienda mediante un equipo industrial (trituradora industrial o martillo de bolas o máquina de los Ángeles), pues este es considerado por el método mecánico, pero también puede ser por el método manual. (Mohammed & Hama, 2022).	El polvo de vidrio <b>sustitución</b> en forma proporcional al agregado fino en las dosificaciones <b>0%, 15%, 25% y 35%</b> respecto al peso del agregado fino, empleándose 07 combinaciones de diseños de mezclas: <b>B.BASE, B.PO15, B.PO25 y B.PO35</b> ; con el objetivo de una <b>mejora</b> en las propiedades físicas y mecánicas del concreto en pavimentos rígidos de f'c: 280 kg/cm2.	DOSIFICACIÓN En sustitución en peso de Agregado fino	0%	RAZÓN	
				15%		
				25%		
				35%		
DEPENDIENTE						
PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RÍGIDO F'C: 280 KG/CM2	Define (Xianggang, Shuren, & Xiang, 2018), que todas las propiedades del concreto en endurecido dependen específicamente de sus cualidades en estado fresco como y normalmente en dos clasificaciones de concreto: Concreto simple, este tipo de concreto no contiene refuerzo, y se aplica a la construcción habitual de estructuras como cunetas o sardineles, obras de drenaje y sanitaria.	Los diseños se <b>combinan</b> con ceniza de madera y polvo de vidrio, para que <b>mejore</b> las <b>propiedades físicas y mecánicas</b> de los de los pavimentos de concreto en estado fresco y endurecido a los 7, 14 y 28 días, para todos estos casos se mide su calidad mediante ensayos de laboratorio para el <b>sostenimiento</b> del rango del Slump en el Ensayo de Asentamiento, el <b>incremento</b> de la Resistencia a la compresión (Axial) y el <b>incremento</b> de la compresión en vigas (Flexión) de las viguetas prismáticas. Finalmente los resultados obtenidos <b>se procesan</b> en formatos y fichas técnicas según la <b>NTP</b> y el <b>ASTM</b> .	PROPIEDADES FÍSICAS	Ensayo de Asentamiento (cm)	RAZÓN	
			PROPIEDADES MECÁNICAS	Resistencia a la compresión Axial (Compresión) (Kg/cm2)	RAZÓN	
				Resistencia a la Flexión (Flexión): (Kg/cm2)	RAZÓN	

## ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO:** Evaluación de la ceniza de madera y polvo de vidrio residual en el pavimento rígido f'c: 280 kg/cm<sup>2</sup>, Andahuaylas, 2022

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>P. General</b>	<b>O. General</b>	<b>H. General</b>	<b>INDEPENDIENTE</b>			
¿De qué manera influye la ceniza de madera en 0%, 8%, 12% y 16% respecto al peso del cemento y polvo de vidrio residual en 0%, 15%, 25% y 35% respecto al peso del agregado fino en las propiedades del concreto f'c:280 kg/cm <sup>2</sup> , Andahuaylas, 2022?	Evaluar la influencia de la ceniza de madera y polvo de vidrio residual en las propiedades del pavimento rígido f'c: 280 kg/cm <sup>2</sup> , Andahuaylas, 2022.	La adición de la ceniza de madera en función al peso del cemento y la sustitución de agregado fino por polvo de vidrio residual mejora significativamente las propiedades del concreto f'c:280 kg/cm <sup>2</sup> , Andahuaylas, 2022.	CENIZA DE MADERA	DOSIFICACIÓN Por adición en Peso de Cemento	8%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A
					12%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A
					16%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A
			POLVO DE VIDRIO	DOSIFICACIÓN Por sustitución en Peso de Agregado fino	15%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A
					25%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A
					35%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A
<b>P. Especifico</b>	<b>O. Especifico</b>	<b>H. Especifico</b>	<b>DEPENDIENTE</b>			
¿Cuánto influye las cenizas de madera y polvo de vidrio residual en el asentamiento en el estado fresco del concreto f'c:280 kg/cm <sup>2</sup> , Andahuaylas, 2022?	Determinar la influencia adicionando la ceniza de madera en 0%, 8%, 12% y 16% en función al peso del cemento y la sustitución de agregado fino por polvo de vidrio residual 0%, 15%, 25% y 35% sobre el asentamiento del concreto f'c:280 kg/cm <sup>2</sup> , Andahuaylas, 2022	La adición de la ceniza de madera en función al peso del cemento y la sustitución de agregado fino por polvo de vidrio residual mantiene en óptimas condiciones el asentamiento del concreto f'c:280 kg/cm <sup>2</sup> , Andahuaylas, 2022	<b>PROPIEDADES DEL PAVIMENTO RÍGIDO F' C: 280 KG/CM<sup>2</sup></b>	PROPIEDADES FÍSICAS	Ensayo de Asentamiento (cm)	Ficha Resultado de Laboratorio según NTP 339.035 Anexo 4-B
					Resistencia a la compresión Axial (Compresión) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ficha Resultado de Laboratorio Según NTP 339.034 Anexo 4-C
					Resistencia a la Flexión (Flexión): (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ficha Resultado de Laboratorio Según NTP 339.078 Anexo 4-D
¿Cuánto influye las cenizas de madera y polvo de vidrio residual en la resistencia a la compresión del concreto f'c:280 kg/cm <sup>2</sup> , Andahuaylas, 2022?	Evaluar la influencia adicionando la ceniza de madera en 0%, 8%, 12% y 16% en función al peso del cemento y la sustitución de agregado fino por polvo de vidrio residual 0%, 15%, 25% y 35% sobre la resistencia a la compresión del concreto f'c:280 kg/cm <sup>2</sup> , Andahuaylas, 2022	La adición de la ceniza de madera en función al peso del cemento y la sustitución de agregado fino por polvo de vidrio residual aumenta la resistencia a la compresión del concreto f'c:280 kg/cm <sup>2</sup> , Andahuaylas, 2022		PROPIEDADES MECÁNICAS		
¿Cuánto influye las cenizas de madera y polvo de vidrio residual en la resistencia a la flexión del concreto f'c:280 kg/cm <sup>2</sup> , Andahuaylas, 2022?	Evaluar la influencia adicionando la ceniza de madera en 0%, 8%, 12% y 16% en función al peso del cemento y la sustitución de agregado fino por polvo de vidrio residual 0%, 15%, 25% y 35% sobre la resistencia a la flexión del concreto f'c:280 kg/cm <sup>2</sup> , Andahuaylas, 2022.	La adición de la ceniza de madera en función al peso del cemento y la sustitución de agregado fino por polvo de vidrio residual aumenta la resistencia a la flexión del concreto f'c:280 kg/cm <sup>2</sup> , Andahuaylas, 2022.				

### ANEXO 3: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Instrumento de recolección de datos

DESCRIPCION	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Adición de ceniza de madera en 8 %, 12% Y 16 %	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Sustitución de polvo de vidrio de 15 %, 25% y 35%	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Ensayo de análisis granulométrico	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Ensayo de dosificación del concreto	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Ensayo de Asentamiento	Observación experimental	Ficha de recolección de datos
Ensayo de resistencia a la compresión Axial (Compresión)	Observación experimental	Ficha de recolección de datos
Ensayo de resistencia a la Flexión (Flexión):	Observación experimental	Ficha de recolección de datos

fuelle: elaboración propia

Ficha de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Ceniza de madera y Polvo de vidrio residual

TITULO: "Evaluación de la ceniza de madera y polvo de vidrio residual en el pavimento rígido  
f'c: 280 kg/cm<sup>2</sup>, Andahuaylas, 2022"

Parte A: Datos generales

Tesista 01: Ponceca Anca, Fredy

Tesista 02: Ponceca Quispe, Wilman

Fecha: Andahuaylas, 18 de diciembre del 2021

Parte B: Ceniza de madera

0%	OK
8%	OK
12%	OK
16%	OK

Tesis: (Elahi et al., 2015) Dosificación Ceniza de madera: 10%, 15% y 20%

Parte C: Dosificación de polvo de vidrio residual

0%	OK
15%	OK
25%	OK
35%	OK

Tesis: (Arivalagan & Sethuraman, 2020) Dosificación de Polvo de vidrio residual: 10%, 20% y 30%

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Apellidos: Miranda Palomino

Nombres: Edwin

Título: Ingeniero Civil

Grado: Ingeniero

N° Reg. CIP: 77317

Firma:



Apellidos: Facan Quispitupa

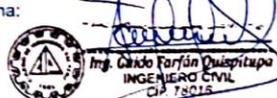
Nombres: Guido

Título: Ingeniero Civil

Grado: Ingeniero

N° Reg. CIP: 78016

Firma:



Apellidos: Obregon Awña

Nombres: Bryan

Título: Ingeniero Civil

Grado: Ingeniero

N° Reg. CIP: 243314

Firma:



## ANEXO 4: FICHAS DE RESULTADOS DE LABORATORIO



### INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

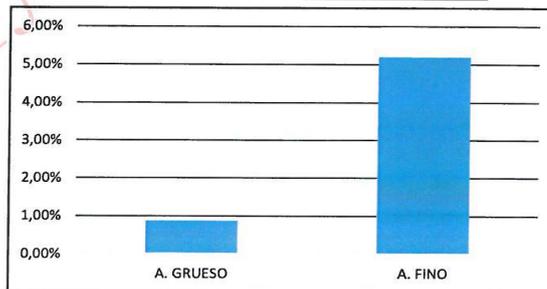
Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

<b>ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL</b>	
<b>TESIS:</b>	"EVALUACION DE LA CENIZA DE MADERA Y POLVO DE VIDRIO RESIDUAL EN EL PAVIMENTO RIGIDO F/C 280 KG/CM2, ANDAHUAYLAS, 2022"
<b>CANTERA:</b>	CANTERA EN EXPLOTACION
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC
<b>SOLICITANTE:</b>	BACH. PONCECA ANCA FREDY - BACH. PONCECA QUISPE WILMAN
<b>FECHA :</b>	Andahuaylas, 17 DE FEBRERO DEL 2022

PORCENTAJE DE HUMEDAD			
		1	2
MUESTRA :		A	B
A. GRUESO			
1	Peso del tarro	13,6	13,68
2	Peso del T + suelo Humedo	58,44	59,1
3	Peso del t. + suelo seco	58,12	58,64
4	Peso del agua	0,32	0,46
5	Peso del suelo seco	44,52	44,96
6	Contenido de humedad	0,72%	1,02%
7	<b>% W PROMEDIO</b>	0,87%	

PORCENTAJE DE HUMEDAD			
		1	2
MUESTRA :		A	B
A. FINO			
1	Peso del tarro	13,42	13,6
2	Peso del T + suelo Humedo	45,6	52,66
3	Peso del t. + suelo seco	44,02	50,72
4	Peso del agua	1,58	1,94
5	Peso del suelo seco	30,6	37,12
6	Contenido de humedad	5,16%	5,23%
7	<b>% W PROMEDIO</b>	5,19%	

CANTERA	CONTENIDO DE HUMEDAD
A. GRUESO	0,87%
A. FINO	5,19%



Nota: muestra proporcionada por el interesado



*Edwin Miranda Palomino*  
**Edwin Miranda Palomino**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 77317



*Guido Faján Quispe Wilman*  
**Guido Faján Quispe Wilman**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 78016  
 GERENTE



# INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

## ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA - ABSORCION Y PESO UNITARIO

**TESIS:** "EVALUACION DE LA CENIZA DE MADERA Y POLVO DE VIDRIO RESIDUAL EN EL PAVIMENTO RIGIDO F'C 280 KG/CM2, ANDAHUAYLAS, 2022"

**CANTERA:** CANTERA EN EXPLOTACION

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

**SOLICITANTE:** BACH. PONCECA ANCA FREDY - BACH. PONCECA QUISPE WILMAN

**FECHA :** Andahuaylas, 17 DE FEBRERO DEL 2022

Objeto: determinar la gravedad especifica (bulk) y la gravedad especifica aparente, el porcentaje de absorcion del agregado así como el peso unitario varillado

DATOS: AGREGADO ARENA		AGREGADO FINO RESULTADOS	
Peso del material seco al horno a 105 °C	A 485.00	Gravedad especifica bulk (Base seca)	G <sub>s</sub> = 2.58
Peso probeta + agua	B 1321.00	Gravedad especifica bulk (Base satur.)	G <sub>s</sub> = 2.66
Peso material saturado superficialmente seco (SSS)	C 500.00	Gravedad especifica aparente	G <sub>s</sub> = 2.800
Peso del material SSS (sumergido al agua)	D 1633.00	porcentaje de Absorción	%Abs 3.09%
Peso del material SSS +Probeta + Agua	E 1821.00	<b>DATOS: ENSAYO PESO UNIT. SUELTO</b>	
volumen del material	F 188.00	A. FINO	A. GRUESO
volumen de la masa	G 173.00	Peso material seco al horno mas molde (gr)	8463 8261
P.E.bulk (Base seca)	A/F 2.58	Peso del molde (gr)	4358 4358
P.E.bulk (Base saturada)	C/F 2.66	Peso del material seco al horno (gr)	4105 3903
P.E. Aparente (Base seca)	A/G 2.80	Volúmen del molde	3004.1 3004.1
% de Absorción	(C-A)100/A 3.09%	Peso Unitario (kg/m3)	1366 1299
<b>DATOS</b>		<b>RESULTADOS AGREGADO GRUESO</b>	
Peso del material seco al horno a 105 °C	A 498	Gravedad especifica bulk (Base seca)	G <sub>s</sub> = 2.63
Peso del material SSS (Sumergido enl Agua)	B 311	Gravedad especifica bulk (Base saturada)	G <sub>s</sub> = 2.65
Peso del material saturado superficialmente seco (SSS)	C 500	Gravedad especifica aparente	G <sub>s</sub> = 2.66
<b>PROCESO</b>		porcentaje de Absorción	%Abs 0.40%
Peso del material SSS+Probeta + agua	500.00	<b>OBSERVACIONES:</b>	
Volumen del material	189.00	Muestra proporcionada por el interesado	
Volumende la masa	187.00		
% de Absorción	0.4%		
P.E.bulk (Base seca)	A/F 2.63		
P.E.bulk (Base saturada)	C/F 2.65		
P.E. Aparente (Base seca)	A/G 2.66		
% de Absorción	(C-A)100/A 0.4%		
<b>DATOS: ENSAYO PESO UNIT. VARILLADO</b>		<b>AGREG. FINO</b>	<b>AGREG. GRUESO</b>
Peso del material seco al horno mas molde (gr)		8875	8970
Peso del molde (gr)		4358	4358
Peso del material seco al horno (gr)		4517	4612
Volúmen del molde		3004.1	3004.1
Peso Unitario (kg/m3)		1504	1535
		<b>MEDIDAS MOLDE</b>	
		ALT = 17 Cm	
		DIAM= 15 Cm.	
		Volumen (cm3): 3004.1	



*Edwar Miranda Palomero*  
 Edwar Miranda Palomero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 77317



*Ing. Guido Rufan Quispitanga*  
 Ing. Guido Rufan Quispitanga  
 CIP. 78018  
 GERENTE



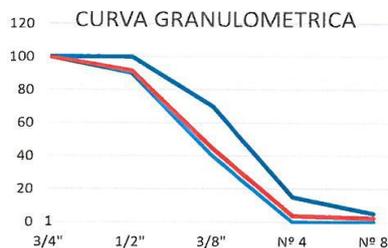
# INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

<b>CARACTERISTICAS FISICAS Y GRANULOMETRICAS DE AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO</b>	
<b>TESIS:</b>	"EVALUACION DE LA CENIZA DE MADERA Y POLVO DE VIDRIO RESIDUAL EN EL PAVIMENTO RIGIDO F'C 280 KG/CM2, ANDAHUAYLAS, 2022"
<b>CANTERA:</b>	CANTERA EN EXPLOTACION
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC
<b>SOLICITANTE:</b>	BACH. PONCECA ANCA FREDY - BACH. PONCECA QUISPE WILMAN
<b>FECHA :</b>	Andahuaylas, 17 DE FEBRERO DEL 2022

GRANULOMETRIA PIEDRA CHANCADA TAMAÑO MAXIMO 1/2"					CARACTERISTICAS FISICAS		V. Usuales	Calculado
MALLA	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RETENIDO ACUMUL.	(%) PASA ACUMUL.	1) Modulo de fineza	(5.5-8.5)	6.42	
2"	0	0	0	100	2) Peso especifico (gr./cm <sup>3</sup> .)	(2.4 - 2.8)	2.66	
1 1/2"	0	0	0	100	3) Peso unitario suelto (gr./cm <sup>3</sup> .)	(1300 - 1800)	1299	
1"	0	0	0	100	4) Peso unitario compacto (gr./cm <sup>3</sup> .)	(1400-1900)	1535	
3/4"	0	0	0	100	5) (%) Humedad	(0.0 - 20)	0.9%	
1/2"	171.12	9	9	91	6) (%) Absorción	(0.2 - 4.0)	0.4%	
3/8"	937.44	47	55	44.6	<b>LIMITES PARA SUSTANCIAS</b>			
Nº 4	818.4	41	96	3.7	PERJUDICIALES EN AGREG. FINO	ASTM-C33		
Nº 8	29.76	1	98	2.2	Abrasión maquina de los angeles	Máximo	Calculado	
Nº 16	44.64	2	100	0		28.0%		
<b>TOTAL</b>	<b>2001.36</b>	<b>100</b>			<b>OBSERVACIONES:</b>			
					Material grueso con mayor porcentaje retenido en la mall: <b>3/8"</b>			
					HUSO Nº 7			

PARAMETROS	MALLA	RESULTADOS
100	100	3/4"
90	100	1/2"
40	70	3/8"
0	15	Nº 4
0	5	Nº 8



Nota: muestra proporcionada por el interesado



Edwina Miranda Palomino  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 77317



INGEOLAB S.R.L.  
Ing. Guido Parlan Quispitupa  
CIP. 78016  
GERENTE



# INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

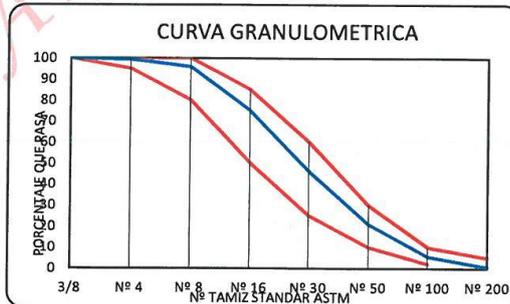
## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ARENA PARA CONCRETO

<b>TESIS:</b>	"EVALUACION DE LA CENIZA DE MADERA Y POLVO DE VIDRIO RESIDUAL EN EL PAVIMENTO RIGIDO F'C 280 KG/CM2, ANDAHUAYLAS, 2022"
<b>CANTERA:</b>	CANTERA EN EXPLOTACION
<b>UBICACIÓN:</b>	DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC
<b>SOLICITANTE:</b>	BACH. PONCECA ANCA FREDY - BACH. PONCECA QUISPE WILMAN
<b>FECHA :</b>	Andahuaylas, 17 DE FEBRERO DEL 2022

GRANULOMETRIA					CARACTERISTICAS FISICAS		V. Usuales	Calculado
MALLA	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RETENIDO ACUMUL.	(%) PASA ACUMUL.				
3/8	0	0	0	100	1) Modulo de fineza	(2.4-3.0)	2.58	
Nº 4	12	1	1	99	2) Peso especifico (gr./cm <sup>3</sup> )	(2.4 - 2.8)	2.80	
Nº 8	50	3	4	96	3) Peso unitario suelto (gr./cm <sup>3</sup> )	(1300 - 1800 )	1366	
Nº 16	307	21	25	75	4) Peso unitario compacto (gr./cm <sup>3</sup> )	(1400-1900)	1504	
Nº 30	422	29	54	46	5) (%) Humedad	(0.0 - 20)	5.19%	
Nº 50	371	25	79	21	6) (%) Absorcion	(0.2 - 4.0)	3.09%	
Nº 100	224	15	94	6	<b>LIMITES PARA SUSTANCIAS PERJUDICIALES EN AGREG. FINO</b>		ASTM-C33	Calculado
Nº 200	72	5	99	0.6	1) Lentes de arcillas y particulas desmenuzadas		Máximo	
<Nº 200	9	1	100	0	2) Material menor a la malla 200 (a)			
<b>TOTAL</b>	<b>1467</b>	<b>100</b>			<b>OBSERVACIONES:</b>			
					(a) 3% para concreto sujeto a la abrasion y 5% para los demas			
					<b>CLASIFICACION: AG-3</b>			

100	100	3/8	100
95	100	Nº 4	99
80	100	Nº 8	96
50	85	Nº 16	75
25	60	Nº 30	46
10	30	Nº 50	21
2	10	Nº 100	6
0	5	Nº 200	1
0	5	<Nº 200	0



Nota: muestra proporcionada por el interesado



*Edwin Miranda Patomayo*  
Edwin Miranda Patomayo  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 77317



*Ing. Guido Farjún Quispitup.*  
Ing. Guido Farjún Quispitup.  
CIP. 78018  
GERENTE



# INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

## DISEÑO DE MEZCLA

F'C = 280

**TESIS:** "EVALUACION DE LA CENIZA DE MADERA Y POLVO DE VIDRIO RESIDUAL EN EL PAVIMENTO RIGIDO F'C 280 KG/CM2, ANDAHUAYLAS, 2022"

**CANTERA:** CANTERA EN EXPLOTACION

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

**SOLICITANTE:** BACH. PONCECA ANCA FREDY - BACH. PONCECA QUISPE WILMAN

**FECHA :** Andahuaylas, 17 DE FEBRERO DEL 2022

## CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS PARA EL DISEÑO

### DATOS DEL CEMENTO

**CEMENTO PORTLAND** TIPO = 1

**PESO ESPECIFICO** 3150 Kg/m<sup>3</sup>

**PESO UNITARIO** 1500 Kg/m<sup>3</sup>

### DATOS DEL AGREGADO FINO CANTERA

**PESO ESPECIFICO** 2800 Kg/m<sup>3</sup>

**MODULO DE FINEZA** 2.58

**CONTENIDO DE HUMEDAD** 5.19 %

**ABSORCION** 3.09 %

**PESO UNITARIO** 1504 Kg/m<sup>3</sup>

### DATOS DEL AGREGADO GRUESO CANTERA

**PESO ESPECIFICO** 2660 Kg/m<sup>3</sup>

**MODULO DE FINEZA** 6.42

**CONTENIDO DE HUMEDAD** 0.87 %

**ABSORCION** 0.40 %

**PESO UNITARIO** 1535 Kg/m<sup>3</sup>

### DATOS PARA EL DISEÑO

**RESISTENCIA A LA COMPRESION** 280 Kg/Cm<sup>2</sup>

**TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO** 1/2"

**TIPO DE CONTROL EN OBRA**



*Edwin Miranda Patomayo*  
Edwin Miranda Patomayo  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 77317



*Ing. Guido Paejin Quispilupe*  
Ing. Guido Paejin Quispilupe  
CIP. 78019  
GERENTE



# INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

<u>CALCULO</u>						
<b>RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA</b>				$f_{cr} =$	364 Kg/m <sup>2</sup>	
<b>SLUMP O ASENTAMIENTO</b>		3" a 4"		(De acuerdo al tipo de obra)		
<b>AGUA DE MEZCLADO</b>				216 Kg/m <sup>3</sup>		
<b>1.- RELACION AGUA CEMENTO A/C</b>						
400	0.43			$f_{cr} =$	364 Kg/m <sup>2</sup>	
350	0.48			A/C =	0.47	
<b>2.- CONTENIDO DE CEMENTO</b>						
Cemento =		216	Kg/m <sup>3</sup>	=	463.52 Kg/m <sup>3</sup>	
		0.47			11 Bolsas	
<b>3.- CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO</b>						
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO SECO COMPACTO				=	0.57 m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				=	875.07 Kg.	
<b>4.- CONTENIDO DE AGREGADO FINO</b>						
AGREGADO FINO				=	792.06 Kg.	
<b>5.- AJUSTE POR HUMEDAD DEL PESO DE LOS AGREGADOS</b>						
AGREGADO GRUESO				=	883 Kg	
AGREGADO FINO				=	833 Kg	
AGUA EFECTIVA				=	194.34 Kg.	
<b>6.- DOSIFICACION DE PROPORCIONES EN PESO RESULTANTE POR m3</b>						
CEMENTO				=	463.52 Kg.	
AGREGADO FINO				=	833.20 Kg.	
AGREGADO GRUESO				=	882.69 Kg.	
AGUA DE MEZCLADO				=	194.34 Litros	
<b>7.- DOSIFICACION DE PROPORCIONES EN VOLUMEN</b>						
CEMENTO				=	0.147 m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				=	0.283 m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				=	0.329 m <sup>3</sup>	
AGUA DE MEZCLADO				=	0.216 m <sup>3</sup>	
<b>8.- PROPORCION: CEMENTO : HORMIGON / AGUA</b>						
CEMENTO				=	1 P <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				=	1.80 P <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				=	1.90 P <sup>3</sup>	
AGUA EFECTIVA				=	17.8 Lts	
<b>9.- PESO POR TANDA DE SACO.</b>						
CEMENTO				=	42.5 Kg/saco	
AGREGADO FINO				=	76.4 Kg/saco	
AGREGADO GRUESO				=	80.9 Kg/saco	
AGUA EFECTIVA				=	17.8 Lts/saco	
<b>10.- C/ARENA/P. CH./AGUA:</b> 1 / 1.8 / 1.9 / 17.8						
<b>11.-</b>	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA	A. PLAST ml	A. AIRE CM3
	1	1.8	1.9	17.8		



*Edwin Miranda Palomino*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 77317



*Ing. Guido Fariña Quispiluz*  
CIP. 78016  
GERENTE



## INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

#### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**PROYECTO:** "EVALUACION DE LA CENIZA DE MADERA Y POLVO DE VIDRIO RESIDUAL EN EL PAVIMENTO RIGIDO F'C 280 KG/CM2, ANDAHUAYLAS, 2022"

**CANTERA:** CANTERA EN EXPLOTACION

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, REGION APURIMAC

**SOLICITADO:** BACH. PONCECA ANCA FREDY - BACH. PONCECA QUISPE WILMAN

**FECHA :** Andahuaylas, 17 DE FEBRERO DEL 2022

PRUEBA DE ABRASION POR MEDIO DE LA MAQUINA DE LOS ANGELES  
NORMA MTC E 207 - 2000

Gradacion	Revoluciones N°	Billas N°	P de Muestra antes de ensayo	P Que queda uego del ensayo	% de pérdidas Corregidas
"A"	500	12	5000	3600	28.0

Nota: muestra proporcionada por el interesado



*Edwin Miranda Palomino*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 77317





# INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

### ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

**TESIS:** "EVALUACION DE LA CENIZA DE MADERA Y POLVO DE VIDRIO RESIDUAL EN EL PAVIMENTO RIGIDO F'c 280 KG/CM2, ANDAHUAYLAS, 2022"

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS  
REGION APURIMAC

**ESTRUCTURA:** LAS QUE SE INDICAN

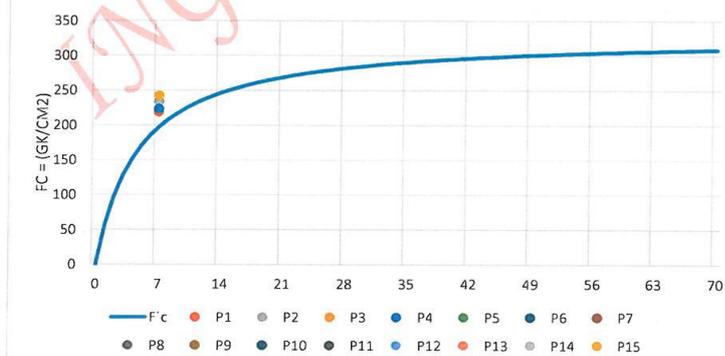
**SOLICITA:** BACH. PONCECA ANCA FREDY - BACH. PONCECA QUISPE WILMAN

**FECHA :** 16 DE FEBRERO DEL 2022

N°	ESTRUCTURA PROCEDENCIA	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	LECTURA DIAL	RESIST. Kg/cm2	DISEÑO f'c	RESIST. %
1	Concreto patrón	18/01/2022	25/01/2022	7	38662	218.78	280	78
2	Concreto + 15% de PV	18/01/2022	25/01/2022	7	41369	234.10	280	84
3	Concreto + 25% de PV	18/01/2022	25/01/2022	7	42795	242.17	280	86
4	Concreto + 35% de PV	18/01/2022	25/01/2022	7	39490	223.47	280	80
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

**OBSERVACION :** LAS PROBETAS FUERON REALIZADAS POR LOS RESPONSABLES DE LA OBRA QUIENES PROPORCIONARON LAS PROBETAS AL LABORATORIO.

RESISTENCIA DEL CONCRETO EN DIAS



*Edwin Miranda Palomino*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 77317



*Ing. Guido Farfán Quispitupa*  
CIP. 78016  
GERENTE



# INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

## ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

**TESIS:** "EVALUACION DE LA CENIZA DE MADERA Y POLVO DE VIDRIO RESIDUAL EN EL PAVIMENTO RIGIDO F'C 280 KG/CM2, ANDAHUAYLAS, 2022"

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS  
 REGION APURIMAC

**ESTRUCTURA:** LAS QUE SE INDICAN

**SOLICITA:** BACH. PONCECA ANCA FREDY - BACH. PONCECA QUISPE WILMAN

**FECHA :** 16 DE FEBRERO DEL 2022

N°	ESTRUCTURA PROCEDECENCIA	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	LECTURA DIAL	RESIST. Kg/cm2	DISEÑO f'c	RESIST. %
1	Concreto patrón	18/01/2022	01/02/2022	14	43838	248.07	280	89
2	Concreto + 15% de PV	18/01/2022	01/02/2022	14	46183	261.34	280	93
3	Concreto + 25% de PV	18/01/2022	01/02/2022	14	47197	267.08	280	95
4	Concreto + 35% de PV	18/01/2022	01/02/2022	14	44949	254.36	280	91
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

OBSERVACION : LAS PROBETAS FUERON REALIZADAS POR LOS RESPONSABLES DE LA OBRA QUIENES PROPORCIONARON LAS PROBETAS AL LABORATORIO.



*Edwin Miranda Palomino*  
 Edwin Miranda Palomino  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 77317



*Ing. Guido Furlan Quispitupa*  
 Ing. Guido Furlan Quispitupa  
 CIP. 78078  
 INGENIERO CIVIL



# INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

### ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

**TESIS:** "EVALUACION DE LA CENIZA DE MADERA Y POLVO DE VIDRIO RESIDUAL EN EL PAVIMENTO RIGIDO F'c 280 KG/CM2, ANDAHUAYLAS, 2022"

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS  
REGION APURIMAC

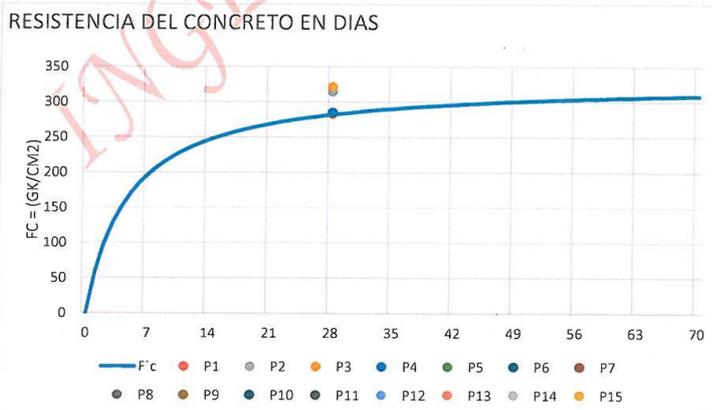
**ESTRUCTURA:** LAS QUE SE INDICAN

**SOLICITA:** BACH. PONCECA ANCA FREDY - BACH. PONCECA QUISPE WILMAN

**FECHA :** 16 DE FEBRERO DEL 2022

N°	ESTRUCTURA PROCEDENCIA	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	LECTURA DIAL	RESIST. Kg/cm2	DISEÑO f'c	RESIST. %
1	Concreto patrón	18/01/2022	15/02/2022	28	50033	283.13	280	101
2	Concreto + 15% de PV	18/01/2022	15/02/2022	28	55587	314.56	280	112
3	Concreto + 25% de PV	18/01/2022	15/02/2022	28	56824	321.56	280	115
4	Concreto + 35% de PV	18/01/2022	15/02/2022	28	50457	285.53	280	102
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

**OBSERVACION :** LAS PROBETAS FUERON REALIZADAS POR LOS RESPONSABLES DE LA OBRA QUIENES PROPORCIONARON LAS PROBETAS AL LABORATORIO.



  
Edwin Miranda Palomino  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 77317

  
INGEOLAB S.R.L.  
Ing. Guido Farfán Quispilupa  
CIP. 78016  
GERENTE



# INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

### ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

**TESIS:** "EVALUACION DE LA CENIZA DE MADERA Y POLVO DE VIDRIO RESIDUAL EN EL PAVIMENTO RIGIDO F'c 280 KG/CM2, ANDAHUAYLAS, 2022"

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS  
REGION APURIMAC

**ESTRUCTURA:** LAS QUE SE INDICAN

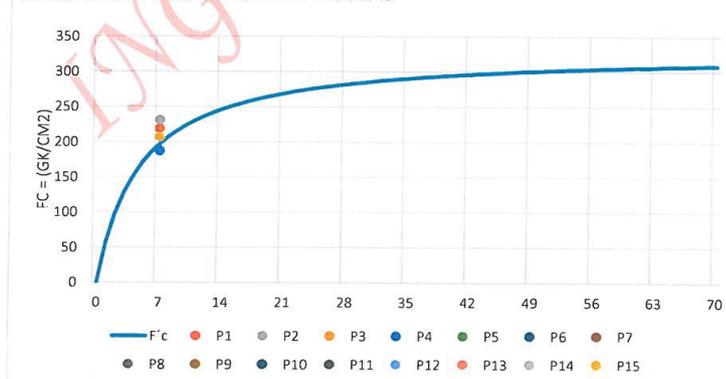
**SOLICITA:** BACH. PONCECA ANCA FREDY - BACH. PONCECA QUISPE WILMAN

**FECHA :** 16 DE FEBRERO DEL 2022

N°	ESTRUCTURA PROCEDENCIA	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	LECTURA DIAL	RESIST. Kg/cm2	DISEÑO f'c	RESIST. %
1	Concreto patrón	18/01/2022	25/01/2022	7	38662	218.78	280	78
2	Concreto + 8% de CM	18/01/2022	25/01/2022	7	40786	230.80	280	82
3	Concreto +12 % de CM	18/01/2022	25/01/2022	7	36525	206.69	280	74
4	Concreto + 16% de CM	18/01/2022	25/01/2022	7	33113	187.38	280	67
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

**OBSERVACION :** LAS PROBETAS FUERON REALIZADAS POR LOS RESPONSABLES DE LA OBRA QUIENES PROPORCIONARON LAS PROBETAS AL LABORATORIO.

RESISTENCIA DEL CONCRETO EN DIAS



*Edwin Miranda Palomino*  
Edwin Miranda Palomino  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 77317



*Guido Farfán Quispe*  
INGEOLAB S.R.L.  
Ing. Guido Farfán Quispe  
CIP. 78076  
GERENTE



# INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

## ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

**TESIS:** "EVALUACION DE LA CENIZA DE MADERA Y POLVO DE VIDRIO RESIDUAL EN EL PAVIMENTO RIGIDO F'C 280 KG/CM2 ANDAHUAYLAS, 2022"

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS  
 REGION APURIMAC

**ESTRUCTURA:** LAS QUE SE INDICAN

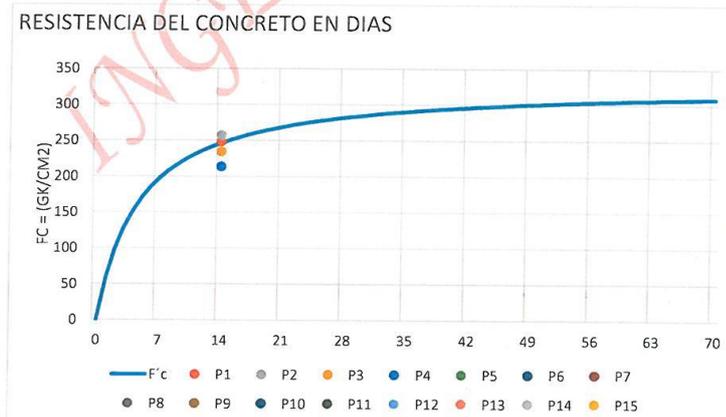
**SOLICITA:** BACH. PONCECA ANCA FREDY - BACH. PONCECA QUISPE WILMAN

**FECHA :** 16 DE FEBRERO DEL 2022

N°	ESTRUCTURA PROCEDENCIA	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	LECTURA DIAL	RESIST. Kg/cm2	DISEÑO f'c	RESIST. %
1	Concreto patrón	18/01/2022	01/02/2022	14	43838	248.07	280	89
2	Concreto + 8% de CM	18/01/2022	01/02/2022	14	45405	256.94	280	92
3	Concreto + 12% de CM	18/01/2022	01/02/2022	14	41401	234.28	280	84
4	Concreto + 16% de CM	18/01/2022	01/02/2022	14	37762	213.69	280	76
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

**OBSERVACION :** LAS PROBETAS FUERON REALIZADAS POR LOS RESPONSABLES DE LA OBRA QUIENES PROPORCIONARON LAS PROBETAS AL LABORATORIO.

RESISTENCIA DEL CONCRETO EN DIAS



*Edwin*  
 Edwin Miranda Palomino  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 77317



INGEOLAB S.R.L.  
*Guido*  
 Ing. Guido Farfan Quispitupa  
 GERENTE  
 CIP. 78018



# INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

### ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

**TESIS:** "EVALUACION DE LA CENIZA DE MADERA Y POLVO DE VIDRIO RESIDUAL EN EL PAVIMENTO RIGIDO F'c 280 KG/CM2, ANDAHUAYLAS, 2022"

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS  
REGION APURIMAC

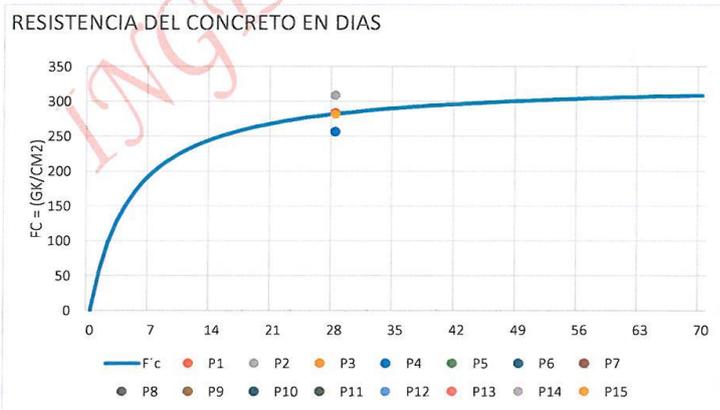
**ESTRUCTURA:** LAS QUE SE INDICAN

**SOLICITA:** BACH. PONCECA ANCA FREDY - BACH. PONCECA QUISPE WILMAN

**FECHA :** 16 DE FEBRERO DEL 2022

N°	ESTRUCTURA PROCEDENCIA	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	LECTURA DIAL	RESIST. Kg/cm2	DISEÑO f'c	RESIST. %
1	Concreto patrón	18/01/2022	15/02/2022	28	50033	283.13	280	101
2	Concreto + 8% de CM	18/01/2022	15/02/2022	28	54557	308.73	280	110
3	Concreto + 12% de CM	18/01/2022	15/02/2022	28	49745	281.50	280	101
4	Concreto + 16% de CM	18/01/2022	15/02/2022	28	45373	256.76	280	92
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								

OBSERVACION : LAS PROBETAS FUERON REALIZADAS POR LOS RESPONSABLES DE LA OBRA QUIENES PROPORCIONARON LAS PROBETAS AL LABORATORIO.



*Edwin Miranda Palomino*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 77317



*Ing. Guido Parfán Quispitupa*  
GERENTE  
CIP. 78048



## INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

### ENSAYO DE ROTURA DE VIGAS DE CONCRETO

**TESIS:** EVALUACION DE LA CENIZA DE MADERA Y POLVO DE VIDRIO RESIDUAL EN EL PAVIMENTO RÍGIDO F'c: 280 KG/CM2, ANDAHUAYLAS, 2022  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS  
**ESTRUCTURA:** LAS QUE SE INDICAN  
**SOLICITA:** BACH. PONCECA QUISPE WILMAN, PONCECA ANCA FREDY  
**FECHA:** 16/02/2022

N°	ESTRUCTURA PROCEDENCIA	f'c de diseño (kg/cm2)	FECHA		Edad Días	Ancho promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Longitud de tramo (mm)	Carga Máxima de rotura (N)	Mr (Mpa)
			Moldeo	Rotura						
1	Concreto Patron	280	18/02/2022	15/02/2022	28	150	150	450	22217.15	4.19
2	Concreto + 8% CM	280	18/02/2022	15/02/2022	28	150	150	450	23541.76	4.44
3	Concreto + 12% CM	280	18/02/2022	15/02/2022	28	150	150	450	22128.84	4.18
4	Concreto + 16% CM	280	18/02/2022	15/02/2022	28	150	150	450	20830.20	3.93
5										
6										
7										



*[Firma]*  
Eduardo Miranda Ponceca  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 77117





## INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, Reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

### ENSAYO DE ROTURA DE VIGAS DE CONCRETO

**TESIS:** EVALUACION DE LA CENIZA DE MADERA Y POLVO DE VIDRIO RESIDUAL EN EL PAVIMENTO RÍGIDO F'c: 280 KG/CM2, ANDAHUAYLAS, 2022  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS  
**ESTRUCTURA:** LAS QUE SE INDICAN  
**SOLICITA:** BACH. PONCECA QUISPE WILMAN, PONCECA ANCA FREDY  
**FECHA:** 16/02/2022

N°	ESTRUCTURA PROCEDENCIA	f'c de diseño (kg/cm2)	FECHA		Edad Dias	Ancho promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Longitud de tramo (mm)	Carga Máxima de rotura (N)	Mr (Mpa)
			Moldeo	Rotura						
1	Concreto Patron	280	18/02/2022	15/02/2022	28	150	150	450	22217.15	4.19
2	Concreto + 15% PV	280	18/02/2022	15/02/2022	28	150	150	450	23411.90	4.42
3	Concreto + 25% PV	280	18/02/2022	15/02/2022	28	150	150	450	24533.92	4.63
4	Concreto + 35% PV	280	18/02/2022	15/02/2022	28	150	150	450	22258.70	4.20
5										
6										
7										

  
*Wilman Ponceca*  
Wilman Ponceca  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 77117

  
*Fredy Anca*  
Fredy Anca  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 79018



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 289 -2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 359-2021  
Fecha de emisión : 22/12/2021

1. Solicitante : INGENIERIA GEOLOGIA Y LABORATORIOS S.R.L.

Dirección : JR. GMO.CECERES NRO. 482 CERCADO -  
ANDAHUAYLAS - APURIMAC

2. Descripción del Equipo : PRENSA DE COMPRESION MULTIPLE

Marca de Prensa : PINZUAR

Serie de Prensa : 123

Capacidad de Prensa : 50 kN

Marca de Celda : VECTOR

Modelo de Celda : 101NH

Marca de Indicador : PINZUAR

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

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

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
JR. GMO.CACERES NRO. 482 CERCADO - ANDAHUAYLAS - APURIMAC  
22 de diciembre del 2021

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

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 057	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	18,4	18,6
Humedad %	61	61

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

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



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



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 122 -2021

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
5	4,9935	4,9805	0,13	0,39	4,9870	0,26	0,26
10	10,0365	10,0624	-0,37	-0,62	10,0495	-0,49	-0,26
15	14,9736	14,9652	0,18	0,23	14,9694	0,20	0,06
20	19,9320	19,9247	0,34	0,38	19,9284	0,36	0,04
25	25,2415	25,1463	-0,97	-0,59	25,1939	-0,77	0,38
30	30,2035	30,1211	-0,68	-0,40	30,1623	-0,54	0,27
35	35,2234	35,2573	-0,64	-0,74	35,2404	-0,68	-0,10
40	39,8213	39,7124	0,45	0,72	39,7669	0,59	0,27

**NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN**

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

$$Ep = \frac{(A-B)}{B} * 100 \quad Rp = \frac{Error(2) - Error(1)}{B} * 100$$
- 2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- 3.- Coeficiente Correlación:  $R^2 = 0,9998$

Ecuación de ajuste :  $y = 0,9992x - 0,0197$

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

GRÁFICO N° 1

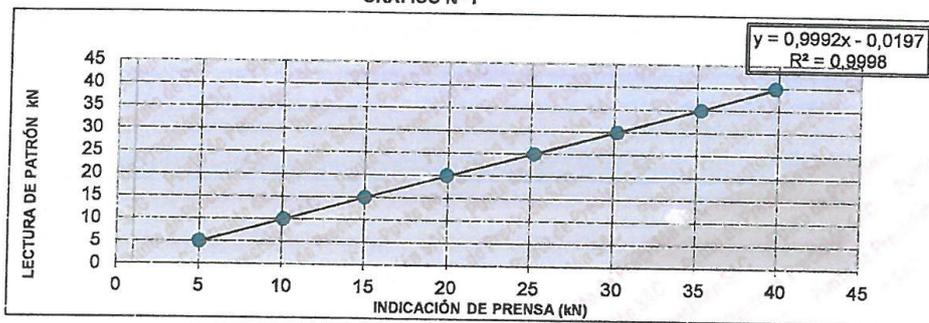
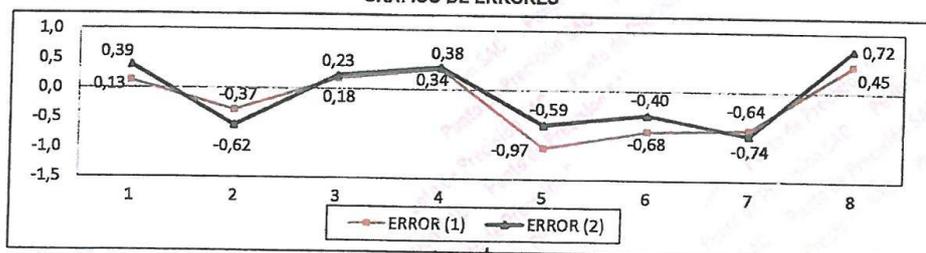


GRÁFICO DE ERRORES



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

## ANEXO 5: PLANOS DE UBICACIÓN

Departamento : Apurímac  
Provincia : Andahuaylas  
Distrito : Andahuaylas



**Figura 27**

: Mapa del Perú

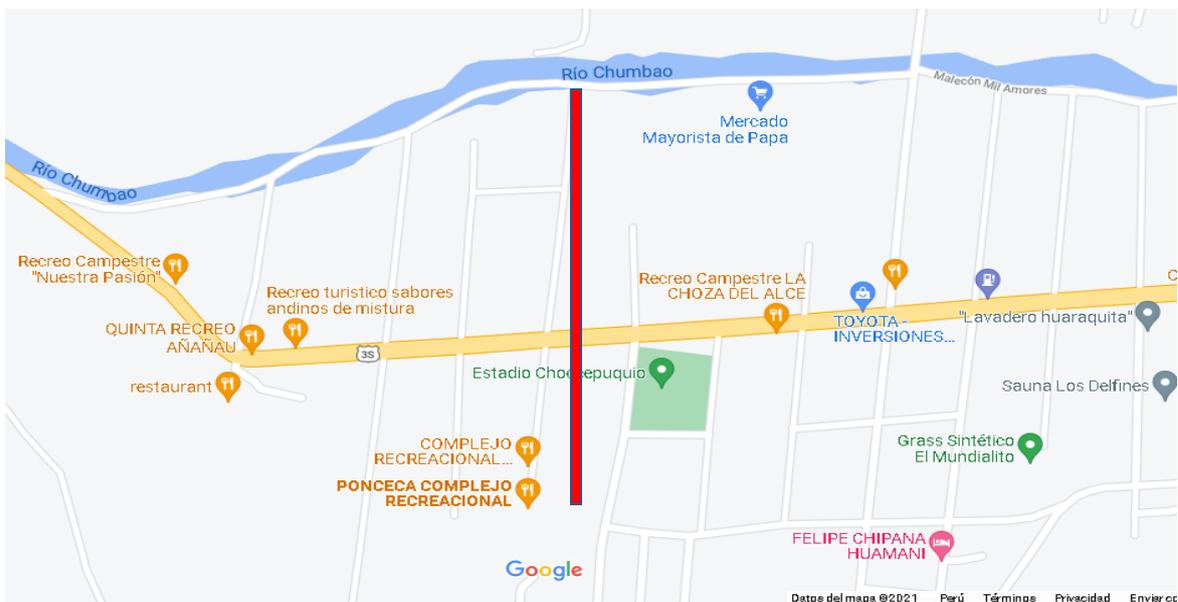
Fuente: Google Earth.



**Figura 28: Mapa de Apurímac**

Fuente: Google Earth.

### Localización:



**Figura 29: Localización de la carretera Av. Sta. Cruz-Distrito de Andahuaylas**

Fuente: Google Earth.

## ANEXO 6: PANEL FOTOGRÁFICO

Ilustración 1.- Obtención de la ceniza de madera.



Fuente: elaboración propia

*Ilustración 2.- Obtención del polvo de vidrio y tamizado.*



*Fuente: elaboración propia*

*Ilustración 3.- ensayo de granulometría*



*Ilustración 4.- Slump en concreto Patrón y Elaboración de testigos*



*Ilustración 5.-Ensayo de Resistencia a la Compresión*





*Ilustración 6.- Ensayo de Resistencia a flexión*



*Fuente: elaboración propia*