

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Propiedades físicas y mecánicas de concreto  
ternario modificados con materiales inorgánicos,  
Huancayo, región Junín, 2021**

Victor Jhonatan Ciriaco Solis  
Katty Olanda Cornejo Chacon

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**A** : Decano de la Facultad de Ingeniería  
**DE** : Mg. Edinson José Porras Arroyo  
Asesor de trabajo de investigación  
**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación  
**FECHA** : 3 de Setiembre de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

**Título:**

“PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGÁNICOS, HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN, 2021”.

**Autor:**

1. Víctor Jhonatan Ciriaco Solis – EAP. Ingeniería Civil
2. Katty Olanda Cornejo Chacon – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma “Turnitin” y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 16 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores  
Nº de palabras excluidas (**en caso de elegir “SI”**): 20 SI  NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

---

Asesor de trabajo de investigación

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, ser divino, por ofrecernos la vida y guiar nuestro camino día a día.

A nuestras familias, por apoyarnos de una u otra forma en nuestras metas.

A nuestro asesor, por permitirnos cumplir con excelencia nuestras tesis, de la misma forma, a los ingenieros por sus enseñanzas para desarrollamos profesionalmente y habernos brindado todos sus conocimientos.

El camino recorrido hasta ahora no fue sencillo, pero con sus apoyos, aportes y motivaciones se está logrando, gracias.

## **DEDICATORIA**

A nuestros padres, quienes con su infinito amor nos inculcaron el respeto, responsabilidad y sobre todo nos inculcaron a nunca perder la fe. Así mismo, a nuestros hermanos, por sus palabras y compañías; a nuestro asesor, docentes y nuestros amigos, quienes compartieron sus conocimientos sin esperar nada a cambio durante los años de estudio.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>Agradecimientos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>v</b>
<b>Índice de contenido</b> .....	<b>vi</b>
<b>Lista de tablas</b> .....	<b>ix</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>x</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>xi</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>xii</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>xiii</b>
<b>Capítulo I</b> .....	<b>15</b>
<b>Planteamiento del estudio</b> .....	<b>15</b>
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	15
1.1.1. Planteamiento del problema.....	15
1.1.2. Formulación del problema.....	18
1.1.1.1. Problema general.....	18
1.1.1.2. Problemas específicos.....	18
1.2. Objetivos .....	19
1.2.1. Objetivo general.....	19
1.2.2. Objetivos específicos.....	19
1.3. Justificación e importancia de la investigación.....	19
1.3.1. Justificación metodológica.....	19
1.3.2. Justificación práctica.....	19
1.3.3. Justificación social.....	20
1.3.4. Justificación teórica.....	20
1.3.5. Justificación viable.....	20
1.4. Hipótesis.....	20
1.4.1. Hipótesis general.....	20
1.4.2. Hipótesis específicas .....	20
1.5. Variables.....	21
1.5.1. Variable independiente.....	21
1.5.1.1. Materiales inorgánicos.....	21
1.5.2. Variable dependiente.....	21

1.5.2.1. Propiedades físicas y mecánicas de concreto ternario.....	21
<b>Capítulo II.....</b>	<b>23</b>
<b>Marco teórico.....</b>	<b>23</b>
2.1. Antecedentes del problema.....	23
2.1.1. Antecedentes nacionales.....	23
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	24
2.2. Bases teóricas.....	26
2.2.1. Materiales inorgánicos.....	26
2.1.2.1 Características.....	26
2.2.2. Propiedades físicas y mecánicas de concreto ternario.....	29
2.2.2.1. Técnica de diseño del concreto ternario.....	29
2.2.2.2. Propiedades del concreto.....	29
2.3. Definición de términos básicos.....	36
<b>Capítulo III.....</b>	<b>38</b>
<b>Metodología.....</b>	<b>38</b>
3.1. Método y alcances de la investigación.....	38
3.1.1. Método de la investigación.....	38
3.1.2. Tipo de investigación.....	38
3.1.3. Nivel de investigación.....	38
3.2. Diseño de investigación.....	38
3.3. Población y muestra.....	39
3.3.1. Población.....	39
3.3.2. Muestra.....	39
3.3.3. Muestreo.....	40
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
3.4.1. Técnica: observación teórica.....	41
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos: experimentos de laboratorio.....	41
<b>Capítulo IV.....</b>	<b>42</b>
<b>Análisis y diseño de la solución.....</b>	<b>42</b>
4.1. Estudios previos.....	42
4.1.1. Estudios de laboratorio.....	42
4.2. Análisis.....	45
4.1.1. OE1: Determinación de la variación de la consistencia en un concreto ternario modificados con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021.....	45

4.1.2. OE2: Determinación del contenido de aire en un concreto ternario modificados con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021 .....	45
4.1.3. OE3: Determinación de la resistencia a compresión en un concreto ternario modificados con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021 .....	46
4.1.4. OE4: Determinación de la resistencia a flexión en un concreto ternario modificados con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021 .....	48
4.1.5. OE5: Determinación del cambio entre el diseño de mezcla base y el diseño de mezcla con adición de material inorgánico, Huancayo, región Junín, 2021 .....	50
4.1.6. OE6: Determinación de las propiedades físicas y mecánicas en un concreto ternario modificados con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021 .....	51
4.3. Resultados.....	51
4.3.1. OE1: Determinar la consistencia en un concreto ternario modificada con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021 .....	51
4.3.2. OE2: Determinar el contenido de aire en un concreto ternario modificado con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021 .....	52
4.3.3. OE3: Determinar la resistencia a compresión en un concreto ternario modificada con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021 .....	52
4.3.4. OE4: Determinar la resistencia a flexión en un concreto ternario modificada con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021 .....	53
4.3.5. OE5: Determinar el cambio del diseño de mezcla base con el diseño de mezcla en un concreto modificado con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021 .....	54
4.3.6. OE6: Determinar las propiedades físicas y mecánicas en un concreto modificadas con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021 .....	55
4.4. Discusión de resultados.....	56
<b>Conclusiones.....</b>	<b>58</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>59</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>60</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>65</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	22
Tabla 2. Composición química de la cal hidráulica.....	27
Tabla 3. Resultados del peso específico y absorción de la cal hidráulica .....	27
Tabla 4. Composición química de la escoria granulada.....	28
Tabla 5. Resultados del peso específico y absorción de escoria granulada .....	29
Tabla 6. Cantidad de mezcla de diseño con escoria granulada (EG), cal hidráulica (CH) y el cemento portland (CP).....	39
Tabla 7. Ensayo de resistencia a compresión.....	40
Tabla 8. Ensayos de resistencia a flexión.....	40
Tabla 9. Estudios de laboratorio.....	42
Tabla 10. Caracterización de los materiales .....	43
Tabla 11. Datos de materiales.....	44
Tabla 12. Diseño de mezclas .....	44
Tabla 13. Variación de la consistencia.....	45
Tabla 14. Control de contenido de aire (todos los ensayos y cálculos relacionado con el contenido de aire).....	45
Tabla 15. Resultados de ensayos a compresión .....	46
Tabla 16. Resistencia a compresión promedio.....	46
Tabla 17. Resistencia a flexión promedio .....	49
Tabla 18. Proporción por tanda de un saco .....	51
Tabla 19. Resumen de los resultados.....	51
Tabla 20. Resultados de la consistencia.....	52
Tabla 21. Resultados del contenido de aire .....	52
Tabla 22. Incremento resistencia a compresión respecto a mezcla patrón .....	53
Tabla 23. Incremento de resistencia a flexión respecto a mezcla patrón .....	54
Tabla 24. Peso de los materiales inorgánicos .....	55
Tabla 25. Relación de resistencia a compresión – resistencia a flexión .....	55
Tabla 26. Variación de las propiedades respecto a la muestra patrón .....	56

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Escoria en la ciudad de Oroya .....	18
Figura 2. La avenida Palian en la provincia de Huancayo sin pavimentar.....	18
Figura 3. Gráfico de contornos de resistencia a compresión del concreto ternario.....	29
Figura 4. Cono de Abrams.....	31
Figura 5. Asentamiento del concreto ternario.....	31
Figura 6. Testigos de concreto ternario.....	33
Figura 7. Tipos de fallas en un concreto ensayados a una resistencia a compresión.....	34
Figura 8. Resistencia a la flexión en vigas de concreto con carga en los tercios .....	35
Figura 9. Resistencia a la flexión en vigas de concreto aplicada a una carga puntual.....	35
Figura 10. Resistencia a compresión a la edad de 3 días de curado de las mezclas ensayadas .....	47
Figura 11. Resistencia a compresión a la edad de 7 días de curado de las mezclas ensayadas .....	47
Figura 12. Resistencia a compresión a la edad de 14 días de curado de las mezclas ensayadas ...	48
Figura 13. Resistencia a compresión a la edad de 28 días de curado de las mezclas ensayadas ...	48
Figura 14. Resistencia a flexión a la edad de 3 días de curado de las mezclas ensayadas.....	49
Figura 15. Resistencia a flexión a la edad de 7 días de curado de las mezclas ensayadas.....	49
Figura 16. Resistencia a flexión a la edad de 14 días de curado de las mezclas ensayadas .....	50
Figura 17. Resistencia a flexión a la edad de 28 días de curado de las mezclas ensayadas .....	50
Figura 18. Incremento de resistencia a compresión respecto a mezcla patrón .....	53
Figura 19. Incremento de resistencia a flexión respecto a mezcla patrón .....	54

## RESUMEN

La investigación realizada en Huancayo, región Junín, en 2021, tuvo como objetivo principal determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto ternario modificado con materiales inorgánicos. Se empleó un enfoque cuantitativo y un diseño experimental que incluyó 48 probetas para la resistencia a compresión y 48 para la resistencia a flexión, totalizando 96 especímenes. Se evaluaron cuatro diseños de mezcla diferentes en los días 3, 7, 14 y 28, con variaciones en el porcentaje de escoria granulada (EG), cal hidráulica (CH) y cemento portland (CP).

Los resultados mostraron un progreso notable en la resistencia a compresión con el diseño 1 (2 % escoria + 3 % cal + 95 % cemento), que obtuvo una resistencia de 295.853 kg/cm<sup>2</sup>. Asimismo, se observó un avance significativo en la resistencia a flexión con el mismo diseño, alcanzando una resistencia de 29.575 N/mm<sup>2</sup>.

Se concluyó que las propiedades físicas y mecánicas del concreto ternario modificados con materiales inorgánicos fueron óptimas en el diseño 1, alcanzando una relación de resistencia de compresión/flexión del 10 %.

**Palabras claves:** cal, cemento, concreto ternario, escoria, materiales inorgánicos, propiedades físicas, propiedades mecánicas

## ABSTRACT

The research carried out in Huancayo, Junín region, in 2021, had as its main objective to determine the physical and mechanical properties of ternary concrete modified with inorganic materials. A quantitative approach and an experimental design were used that included 48 specimens for compressive strength and 48 for flexural strength, totaling 96 specimens. Four different mix designs were evaluated on days 3, 7, 14 and 28, with variations in the percentage of granulated slag (EG), hydraulic lime (CH) and portland cement (CP).

The results showed remarkable progress in compressive strength with design 1 (2% slag + 3% lime + 95% cement), which obtained a resistance of 295,853 kg/cm<sup>2</sup>. Likewise, a significant advance in flexural strength was observed with the same design, reaching a strength of 29,575 N/mm<sup>2</sup>.

It was concluded that the physical and mechanical properties of ternary concrete modified with inorganic materials were optimal in design 1, reaching a compression/flexural strength ratio of 10%.

**Keywords:** cement, inorganic materials, lime, mechanical properties, physical properties, slag, ternary concrete

## INTRODUCCIÓN

La investigación tiene como objetivo desarrollar un diseño de concreto ternario con alta resistencia, incorporando escoria granulada y cal hidráulica en reemplazo de una parte del cemento portland. Este enfoque busca reducir el uso de recursos no renovables y disminuir la contaminación del ambiente asociada con la producción de cemento portland, la cual genera altas cantidades de CO<sub>2</sub>.

Se pretende determinar cómo estos materiales inorgánicos afectan las propiedades físicas y mecánicas del concreto ternario, que se utiliza en diversas aplicaciones de construcción, como pistas peatonales, veredas, sardineles y asientos.

La metodología incluye diversos ensayos de laboratorio para evaluar las propiedades del concreto ternario en su estado fresco y endurecido. La investigación se divide en cinco capítulos:

### Capítulo I: Planteamiento del problema y objetivos

- Objetivos de la investigación: Se establecen los objetivos específicos y generales.
- Justificación de la importancia del estudio: Se explica la relevancia ambiental y económica.
- Hipótesis: Se plantean las posibles hipótesis de la investigación.
- Variables de investigación: Se describen las variables independientes y dependientes.

### Capítulo II: Marco teórico

- Revisión de antecedentes: Se presenta una revisión de estudios nacionales e internacionales relacionados.
- Bases teóricas: Se detallan las teorías y conceptos fundamentales sobre el concreto ternario y sus componentes.
- Definiciones de términos básicos: Se clarifican los términos técnicos y específicos utilizados en la investigación.

### Capítulo III: Metodología

- Métodos y alcance de la investigación: Se describen los métodos utilizados y el alcance del estudio.
- Diseño de la investigación: Se explica el diseño experimental y los procedimientos.

- Población y muestra: Se detalla la selección de la muestra y la población estudiada.
- Técnicas e instrumentos de recolección de datos: Se describen los instrumentos y técnicas de recolección de datos utilizados en el laboratorio.

#### Capítulo IV: Resultados y discusión

- Análisis de los resultados: Se presentan y analizan los datos obtenidos de los ensayos.
- Discusión: Se interpretan los resultados y se discuten sus implicaciones en el contexto de la investigación y la industria de la construcción.

#### Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones

- Conclusiones: Se sintetizan las conclusiones derivadas de los resultados obtenidos.
- Recomendaciones: Se ofrecen recomendaciones prácticas basadas en los hallazgos para la industria de la construcción y futuras investigaciones.

Esta estructura proporciona un marco sólido para comprender el proceso de investigación, los hallazgos y las implicaciones prácticas en el campo de la ingeniería civil.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1. Planteamiento y formulación del problema**

#### **1.1.1. Planteamiento del problema**

El concreto, como material compuesto, es muy reconocido y utilizado en todo el mundo debido a su versatilidad y capacidad para adaptarse a diversas aplicaciones en la construcción. Su popularidad se debe a su larga historia de aplicación en la construcción de diversas civilizaciones. Aunque tiene múltiples ventajas, también presenta limitaciones y desventajas que deben ser consideradas en su utilización.

Uno de los principales atractivos del concreto es su durabilidad. Sin embargo, las propiedades mecánicas y de resistencia del concreto están influenciadas por numerosos factores. Estos factores abarcan desde la calidad y cantidad de cemento utilizado en la mezcla hasta la distribución y características de los agregados. Por ende la calidad de los agregados, incluyendo su tamaño, forma y textura, juega un papel crucial en la formación de la estructura del concreto y, por ende, en su resistencia y durabilidad.

Otro aspecto esencial es la relación de agua/cemento. Esta relación debe ser cuidadosamente controlada, ya que un exceso de agua puede debilitar la mezcla al incrementar la porosidad del concreto, mientras que una cantidad insuficiente

puede dificultar la trabajabilidad y el proceso de hidratación del cemento. La presencia de materiales orgánicos y arcilla en la mezcla también puede afectar negativamente las propiedades del concreto, disminuyendo su cohesión y resistencia.

En resumen, aunque el concreto ofrece numerosas ventajas como material de construcción, su desempeño final depende de una serie de factores interrelacionados. Estos incluyen la calidad y cantidad de sus componentes, la relación de agua/cemento, y la presencia de impurezas. Una comprensión profunda de estos factores es crucial para optimizar las propiedades del concreto y asegurar su rendimiento en aplicaciones específicas (1).

Hace muchos años, la combinación de durabilidad del concreto y su elasticidad proporcionaba en general un buen rendimiento para las estructuras en uso (2). Con los cambios en la composición y finura del cemento, y al uso de aditivos que dan como resultado cementos de dos componentes, esta práctica dejó de ser efectiva. Cuando se usa cemento con más de un aditivo, predecir la durabilidad del concreto basándose únicamente en la resistencia ahora da como resultado fallas que pueden afectar la vida útil de las estructuras de concreto (3). Ahora, se sabe que el concreto de la misma clase de resistencia se puede fabricar con diferentes materiales y proporciones, y puede presentar una durabilidad completamente diferente.

Al respecto, existen los concretos ternarios, una mezcla ternaria es simplemente una mezcla de tres componentes. En el caso de una mezcla ternaria de materiales cementantes, por ejemplo, los componentes podrían ser cemento portland, cenizas volantes y escoria. Asimismo, la combinación podría ser una mezcla de cemento (ya una mezcla binaria) y escoria, el concepto de las mezclas ternarias no es nuevo, de hecho, Abdun-Nur se refiere a una mezcla ternaria que se producía comercialmente hace más de 40 años. Tanto el documento sobre escorias del ACI como el documento sobre humo de sílice también documentan brevemente los concretos que contienen mezclas ternarias (4).

Sin embargo, las mezclas ternarias son cada vez más frecuentes, porque pueden mejorar el rendimiento y reducir los costes. La reducción de costes está

asociada al hecho de que la mayoría de los materiales cementantes suplementarios son subproductos (5). Sin embargo, el uso de estos materiales también disminuye la cantidad de cemento portland que debe fabricarse. Esto hace que la industria del cemento sea más sostenible. Uno de los problemas relacionados con el desarrollo de mezclas ternarias es el número de mezclas de concreto que deben formularse y probarse para garantizar el rendimiento de la mezcla.

Desde 1990, se ha desarrollado el uso de cemento terciario o una mezcla formulada a partir de Clinker Portland y dos aditivos minerales que tienen varias ventajas sobre los cementos binarios. Las normas de cemento de Europa (EN1971), México (NMX C4140) y Argentina (IRAM 5000) han estandarizado un cemento compuesto que contiene hasta un 35 % en peso como combinación de los dos aditivos y ahora tienen un plan para aumentar esta relación a 55 %.

Los suplementos combinados se seleccionan de modo que la deficiencia de un suplemento mineral se compensa con las ventajas del otro y la sinergia resultante mejora el rendimiento de los otros materiales cementosos terciarios que incluye relleno y escoria (6). Dicho proceso depende de las cantidades relativas de los componentes, la cal hidráulica ayuda a una hidratación temprana y la escoria contribuye a una hidratación a medio plazo, y las propiedades del concreto que se forma cambian con el desarrollo del proceso.

Según Pacco (7), en el contexto peruano, la falta de estudios respaldados sobre el uso de concretos con escorias de alto horno es evidente. Además, la ausencia de investigaciones que establezcan las propiedades físicas y mecánicas conforme a la normativa local limita la aceptación de este material en la industria de la construcción. Es así como se parte de la pregunta: ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de concreto ternario modificados con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021?



*Figura 1. Escoria en la ciudad de Oroya*



*Figura 2. La avenida Palian en la provincia de Huancayo sin pavimentar*

## **1.1.2. Formulación del problema**

### **1.1.1.1. Problema general**

¿Cuánto varía las propiedades físicas y mecánicas del concreto ternario modificados con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021?

### **1.1.1.2. Problemas específicos**

- ¿Cuánto varía la consistencia del concreto ternario modificados con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021?
- ¿Cuánto cambia el contenido de aire del concreto ternario modificados con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021?
- ¿Cuánto varía la resistencia a compresión del concreto ternario modificados con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021?

- ¿Cuánto cambia la resistencia a flexión del concreto ternario modificados con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021?
- ¿Cuál es el cambio del diseño de mezcla base, entre el diseño de mezcla con adición de material inorgánico, Huancayo, región Junín, 2021?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto ternario modificados con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Estimar la variación de la consistencia del concreto ternario modificados con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021.
- Cuantificar el cambio del contenido de aire del concreto ternario modificados con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021.
- Especificar la variación de la resistencia a compresión del concreto ternario modificados con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021.
- Calcular el cambio de la resistencia a flexión del concreto ternario modificados con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021.
- Determinar el cambio del diseño de mezcla base, entre el diseño de mezcla con adición de material inorgánica, Huancayo, región Junín, 2021.

## **1.3. Justificación e importancia de la investigación**

### **1.3.1. Justificación metodológica**

Se hace necesario adoptar tipos de estrategias, donde la sustitución parcial del cemento por materiales inorgánicos proporcione una alternativa de ahorro económico. Asimismo, la fabricación de un concreto ternario sería más amigable con el medio ambiente.

### **1.3.2. Justificación práctica**

La finalidad de la investigación es examinar las diferentes propiedades físicas y mecánicas del concreto ternario, tales como su consistencia, contenido de aire, así como su resistencia a compresión y flexión, mediante la incorporación de materiales inorgánicos como la escoria granulada y la cal hidráulica.

### **1.3.3. Justificación social**

Este estudio se da como una alternativa de solución, para la disminución de la contaminación, que se da a través del dióxido de carbono, reemplazando parcialmente el cemento con materiales inorgánicos, a fin de cuidar el bienestar social de la población.

### **1.3.4. Justificación teórica**

Esta investigación se desarrolla con la finalidad de maximizar el uso de poca cantidad del cemento portland y sustituir la cantidad faltante con adiciones puzolánicas con el fin de disminuir las contaminaciones en el medio ambiente con el CO<sub>2</sub> que son producidas por la fabricación del cemento portland y así colaborar con el medio ambiente; por lo tanto, al agregar materiales inorgánicos como la escoria granulada y la cal hidráulica al cemento portland para realizar mezclas ternaria, se presentan grandes ventajas como la larga durabilidad del concreto ternario, además, permite generar grandes ahorros económicos y beneficios ecológicos.

### **1.3.5. Justificación viable**

La relevancia de este estudio reside en la búsqueda de soluciones para reducir la contaminación producida por la fabricación de cemento, la cual genera emisiones de dióxido de carbono. Los resultados obtenidos de las pruebas de compresión y flexión resaltan la posibilidad de mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto ternario. Este trabajo cuenta con el apoyo de la sociedad al contribuir a un mayor entendimiento y resistencia de las estructuras, lo que lo hace significativo para el progreso de la construcción sostenible.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

Las propiedades físicas y mecánicas del concreto ternario modificado con materiales inorgánicos varía significativamente, Huancayo, región Junín, 2021.

### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- La consistencia del concreto ternario modificado con materiales inorgánicos varía significativamente, Huancayo, región Junín, 2021.
- El contenido de aire del concreto ternario modificado con materiales

inorgánicos cambian significativamente, Huancayo, región Junín, 2021.

- La resistencia a compresión del concreto ternario modificado con materiales inorgánicos varía significativamente, Huancayo, región Junín, 2021.
- La resistencia a flexión del concreto ternario modificado con materiales inorgánicos varía significativamente, Huancayo, región Junín, 2021.
- El diseño de mezcla base y el diseño de mezcla con adición de material inorgánica cambia significativamente, Huancayo, región Junín, 2021.

## **1.5. Variables**

### **1.5.1. Variable independiente**

#### **1.5.1.1. Materiales inorgánicos**

Definición operacional: La variable V1 se operacionaliza mediante sus dimensiones que se divide en tres indicadores.

### **1.5.2. Variable dependiente**

#### **1.5.2.1. Propiedades físicas y mecánicas de concreto ternario**

Definición operacional: La variable V2 se operacionaliza mediante sus dimensiones los cuales son: D1, D2, D3 y D4 que son las características, y cada uno de estos dimensiones se divide en tres y/o cuatro indicadores.

**Tabla 1. Operacionalización de variables**

<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Escala</b>
V1: Materiales inorgánicos	son compuestos químicos añadidos al concreto, en porcentajes diferentes, con el objetivo de mejorar sus propiedades como: Mayor dureza, con bajo temperatura de hidratación y mayor resistencia.	La variable V1 se operacionaliza mediante sus dimensiones: D1 y D2 que vienen a ser componentes; a su vez cada una de sus dimensiones se divide en tres indicadores.	D1: Cal hidráulica  D2: Escoria granulada	I1: Peso específico I2: Granulometría I3: Dosificación  I1: Peso específico I2: Granulometría I3: Dosificación	Ficha de recopilación de información	Razón
V2: Propiedades físicas y mecánicas de concreto ternario.	Propiedades físicas y mecánicas del concreto ternario tienen cualidades primordiales como dureza, estabilidad, manejabilidad y cantidad que encontramos en concreto utilizado en las construcciones. (Vidaud,2015) Una alternativa para reducir el uso del cemento es la elaboración de concretos ternarios. Están elaborados con cemento Portland y dos materias que reemplazaran parcialmente el cemento Portland (los cuales son materiales cementantes suplementarios (MCS) o puzolanas) (20).	La variable V2 se operacionaliza mediante sus dimensiones: D1, D2, D3 y D4 que vienen a ser características; a su vez cada una de sus dimensiones se divide en tres indicadores.	D1: Consistencia  D2: Contenido de aire  D3: Resistencia a compresión  D4 Resistencia a flexión	I1: Alta (3'' – 4'') I2: Media (2'' – 3'') I3: Baja (1'' – 2'')  I1: Alta (2.5% - 3%) I2: Media (1.5% - 2%) I3: Baja (0.50% - 1%)  I1: A 3días I2: A 7 días I3: A 14 días I4: A 28 días  I1: A 3días I2: A 7 días I3: A 14 días I4: A 28 días	Ficha de recopilación de información	Intervalo

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes del problema**

##### **2.1.1. Antecedentes nacionales**

Melgarejo (8) examinó el impacto de la adición de escoria en la fabricación de concreto permeable destinado a pavimentos urbanos en Pasco. El objetivo fue evaluar la resistencia del concreto permeable con la inclusión de escoria. Los análisis demostraron que la resistencia máxima a la compresión alcanzó los 261.8 kg/cm<sup>2</sup>, cumpliendo con los requisitos mínimos de 210 kg/cm<sup>2</sup> para pavimentos rígidos. Se observó que un incremento de la permeabilidad del concreto se traducía en una reducción de la resistencia a la compresión.

Pacco (7) en su estudio sobre el «Efecto de la adición de cal en la resistencia a la compresión de un concreto» se propuso investigar la aportación de cal en la producción de concretos. Los resultados revelaron que la resistencia a la compresión variaba según el porcentaje de cal añadido. Por ejemplo, sin cal, la resistencia a los 7 días fue de 130.40 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días fue de 146.91 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días fue de 200.19 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, con un 5 % de cal, la resistencia a los 7 días fue de 113.42 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días fue de 136.05 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días fue de 203.12 kg/cm<sup>2</sup>. No obstante, al agregar un 10 % o 15 % de cal, la resistencia disminuyó significativamente. Se concluyó que la incorporación del 5 % de cal es aceptable para mantener la resistencia del concreto, lo que podría ayudar a menorar los costos de adquisición de cemento.

Carrasco y Martínez (9) en su investigación «Determinación del porcentaje óptimo de escoria de acerías en la mejora de la resistencia a la compresión y al ataque de cloruros del concreto de alto desempeño» buscaron calcular el porcentaje ideal de escoria de acerías para mejorar la resistencia. Se encontró que, al reemplazar parcialmente el cemento con diferentes proporciones de escoria, la resistencia a la compresión variaba. El porcentaje óptimo fue del 20 %, que proporcionó una resistencia a la compresión a los 90 días de 87.7 MPa, reduciendo además el volumen de vacíos en el concreto, lo que indica una mejora en la calidad del material.

Baldoceda y Vega (6) en su estudio «Diseño de concreto de alta densidad reforzado con escoria de cobre para atenuar la transmisión de la radiación ionizante» tuvieron como objetivo diseñar un concreto de alta densidad incorporando escoria de cobre en lugar del agregado fino para mejorar las propiedades mecánicas. Se encontró que el porcentaje óptimo fue del 30 %, alcanzando una resistencia a la compresión de 387.6 kg/cm<sup>2</sup>, un aumento del 30.1 % en comparación con el uso exclusivo de agregado fino. Además, al utilizar un 100 % de escoria como agregado fino, se logró un aumento del 6.97 % en el grado de atenuación de rayos X en comparación con el uso exclusivo de agregado fino.

Pajuelo (10) en su investigación «Resistencia del concreto con cemento sustituido por la combinación de cal (en 0 %, 1 % y 12 %) y arcilla (en 0 %, 7 % y 9 %)» buscó determinar una mezcla ideal de arcilla y cal para sustituir parcialmente al cemento y mejorar la resistencia a la compresión. Se encontró que la combinación óptima fue de 10 % de cal y 7 % de arcilla, logrando una resistencia mayor que la del concreto sin inclusión, con una resistencia a los 28 días de curado de 222.09 kg/cm<sup>2</sup>.

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

Según Fernández (11) en su estudio sobre «Mezclas ternarias en el desarrollo de materiales base cemento con un bajo impacto ambiental», el objetivo era determinar las propiedades físicas y mecánicas de las adiciones minerales y el cemento portland. Los resultados indicaron que una mezcla compuesta por 64 % de cemento portland, 30 % de escoria granulada de alto horno y 6 % de filler calizo, que alcanzó a los 28 días una resistencia a compresión de 48 MPa y una resistencia

a flexión de 9 MPa. Además, una composición con 64 % de cemento portland, 26 % de escoria granulada de alto horno y 10 % de ceniza volante, que logro una resistencia a la compresión de 40 MPa y una resistencia a flexión de 7 MPa en el mismo período. Se concluyó que las adiciones más favorables fueron el filler calizo y la escoria granulada de alto horno, ya que proporcionaron una resistencia a compresión de 48 MPa y flexión de 9 MPa.

En la investigación de Soto et al. (12) «Propiedades físicas y mecánicas del hormigón usando polvo residual de desechos orgánicos como reemplazo parcial del cemento», se buscaba evaluar la sustitución parcial del cemento portland con polvo residual obtenidos de desechos orgánicos. Los resultados revelaron que al variar la cantidad de cemento y las proporciones agregado/cemento en tres tipos de mezclas, con porcentajes de polvo de residuo orgánico del 5 al 20 %, se obtuvieron diferentes propiedades físicas y mecánicas. Se destacó que las mezclas de 5 % de polvo y una razón a/c de 10:1 mostraron resultados de resistencia a la compresión al menos un 2.1 % superiores al hormigón estándar, y aquellas con una razón a/c de 6:1 y un reemplazo de polvo de 10 % tuvieron un mejor desempeño mecánico en un 13 % superior. Se concluyó que el hormigón con un contenido del 5 % de polvo residual presentó una mayor densidad, menor absorción de agua y menos vacíos, sugiriendo que el uso de polvo orgánico puede mejorar sus propiedades.

Silva et al. (13), en su estudio «Optimización de la resistencia a compresión usando un diseño de mezcla de vértices extremos, en concretos ternarios basados en residuo de mampostería y cal hidratada», buscaban determinar la optimización del concreto mediante una mezcla ternaria de residuo de mampostería y cal hidratada. Se obtuvo que la mezcla que cumplió con el diseño inicial fue la M1 (100 % de cemento, 0 % de mampostería y 0 % de cal hidratada). Además, se observó que las muestras M2 y M8 tuvieron una resistencia a compresión mayor que el diseño patrón en 2 MPa, y para la resistencia a tracción, las muestras M2, M3 y M5 superaron el diseño patrón en 2.48 MPa.

Cárdenas et al. (14) en su investigación «Comportamiento mecánico de sistemas cementantes ternarios (cemento Portland - ceniza volante - escoria de alto horno)», evaluaron el impacto de sistemas cementantes ternarios en las propiedades mecánicas del concreto. Concluyeron que los concretos con adiciones

de ceniza volante y escoria de alto horno con 10%, presentan una mejora en las propiedades mecánicas del concreto. Además, observaron que las propiedades mecánicas dependen principalmente del desempeño mecánico de las mezclas binarias y que la ceniza volante y la escoria de alto horno coexisten en la matriz, aportando independientemente resistencia al concreto.

Por otro lado, Gutiérrez et al. (15) en su estudio «Obtención y caracterización de geopolímeros sintetizados a partir de la escoria granulada de alto horno como uso alternativo del cemento Portland», evaluaron las propiedades mecánicas y la durabilidad de morteros geopoliméricos sintetizados a base de escoria granulada y un activante industrial. Concluyeron que la escoria granulada tiene un alto contenido de escoria y óxido de calcio, clasificándola como una escoria básica. Además, al utilizarla en geopolímeros, mostró un aumento en la resistencia mecánica, lo que la hace útil como adición mineral hidráulica y/o en la elaboración de geopolímeros.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Materiales inorgánicos**

Según, Hernández (16), los materiales inorgánicos son los que no provienen de células vegetales o animales. Por lo tanto, los materiales inorgánicos provienen de los minerales, como de la cerámica, el vidrio y el grafito (carbón mineral) (p. 1).

#### **2.1.2.1 Características**

##### **A. Cal hidráulica**

Según, Regal (17), la cal hidráulica se produce de la calcinación de calizas que tiene mayor del 5 % de arcilla, puede endurecerse y consolidarse bajo el agua. Además, la cal hidráulica al mezclar con el cemento presenta una mejor trabajabilidad y plasticidad del concreto (p. 14).

##### **a. Composición química**

En la tabla siguiente se observa el resumen de la composición química de la cal hidráulica, que dichos resultados fueron obtenidos en el laboratorio de la Universidad Mayor de San Marcos (UNMSM).

**Tabla 2. Composición química de la cal hidráulica**

COMPOSICION QUIMICA - CAL		
FRXDE-UNMSM -PERU		
Componentes	descripción	%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Oxido de aluminio	5.799
SiO <sub>2</sub>	Oxido de silicio	4.887
SO <sub>2</sub>	Dióxido de azufre	0.451
K <sub>2</sub> O	Oxido de potasio	0.152
CaO	Oxido de calcio	71.267
TiO	Oxido de titanio	0.234
MnO	Oxido de manganeso	0.017
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Oxido de hierro	0.412
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Oxido de níquel	0.008
CuO	Oxido de cobre	0.003
ZnO	Oxido de zinc	0.007
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Trióxido de arsénico	0.018
SrO	Oxido de estroncio	0.224
ZrO <sub>2</sub>	Dióxido de zirconio	0.008

Fuente: Ensayo FRXDE-UNMSM

**Tabla 3. Resultados del peso específico y absorción de la cal hidráulica**

A	Peso muestra seca al horno (gr)	69.3	
B	Peso frasco lleno con agua (gr)	350.3	
C	Peso frasco con muestra y agua (gr)	389.9	
D	Peso material saturado superficie seca (gr)	75.5	
E	Vol. De solidos + Vol. De vacíos (B+D-C)	35.9	Promedio
F	Vol. de solidos (B+A-C)	29.7	
	Pe bulk ( Base seca ) = A/E	1.930	1.930
	Pe bulk ( Base saturada ) = D/E	2.103	2.103
	Pe Aparente) = A/F	2.333	2.333
	% de absorción = (( D-A ) /A * 100 )	8.9	8.947

## B. Escoria granulada

Según, Castellano (18), la escoria granulada es una adición mineral, que ha consolidado su empleo como reemplazo parcial del cemento portland, no solo en cuestiones tecnológicos, si no los beneficios que dicho material proporciona para transformar al cemento portland en un material más sostenible y así disminuir parcial o totalmente el volumen de los residuos existentes (p. 14).

a. Composición química

Calleja (19) muestra que la escoria consistirá en una serie de óxidos básicos y ácidos (p. 11), tales como:

**Tabla 4. Composición química de la escoria granulada**

COMPOSICION QUIMICA - ESCORIA	
DOE RUM - PERU	
Componentes	%
CaO	6.6
SiO <sub>2</sub>	33.1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.8
MgO	5
Fe	45.6
S	0.6
Pb	1.2
As	0.4
Bi	0.02
Zn	3.7
Cu	0.7
Sb	0.6
Sn	3.6

Fuente: DOE RUN – Perú

**Tabla 5. Resultados del peso específico y absorción de escoria granulada**

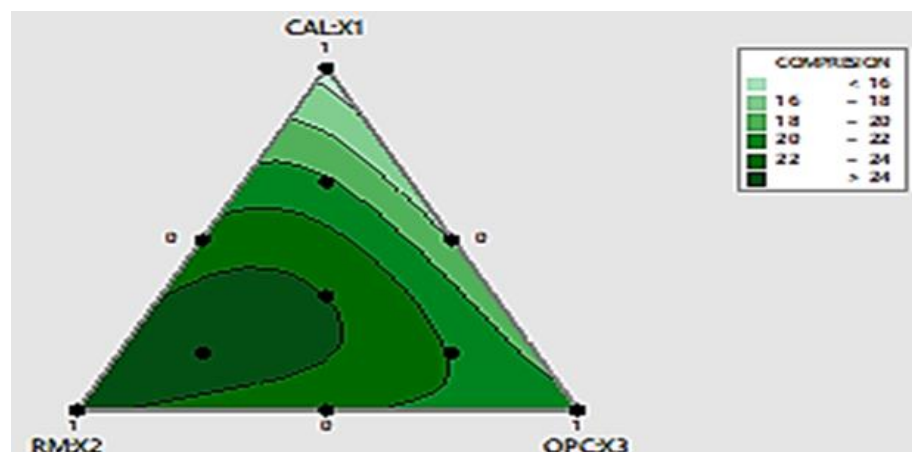
A	Peso muestra seca al horno (g)	186.7	
B	Peso frasco lleno con agua (g)	350.3	
C	Peso frasco con muestra y agua (g)	483.5	
D	Peso material saturado superficie seca (g)	186.9	
E	Vol. de sólidos + Vol. de vacíos (B+D-C)	53.7	Promedio
F	Vol. de sólidos (B+A-C)	53.5	
	Pe bulk (Base seca) = A/E	3.477	3.477
	Pe bulk (Base saturada) = D/E	3.480	3.480
	Pe aparente = A/F	3.490	3.490
	% de absorción = ((D-A) / A * 100)	0.1	0.107

## 2.2.2. Propiedades físicas y mecánicas de concreto ternario

Según, Pacheco (20), una opción para poder menorar la utilización del cemento es la elaboración de concretos ternarios. Dichos concretos son fabricados con la mezcla del cemento portland y de dos materiales que reemplazan parcialmente al cemento (estos materiales de sustitución se les conoce como materiales cementantes suplementarios (MCS) o puzolanas) (p. 1).

### 2.2.2.1. Técnica de diseño del concreto ternario

Según, Silva et al. (13), informan que, la figura, «es un gráfico de contornos de resistencia a compresión, que está relacionado con el cemento portland (OPC) con el 80 % con valores de residuos de mampostería (RM) con el 20 % y con cal. Por lo tanto, se obtiene una resistencia a compresión de aproximadamente de 24 Mpa, esto quiere decir que el área de resistencia más alta se ubica en el vértice izquierdo de la gráfica» (p. 108).



**Figura 3. Gráfico de contornos de resistencia a compresión del concreto ternario**

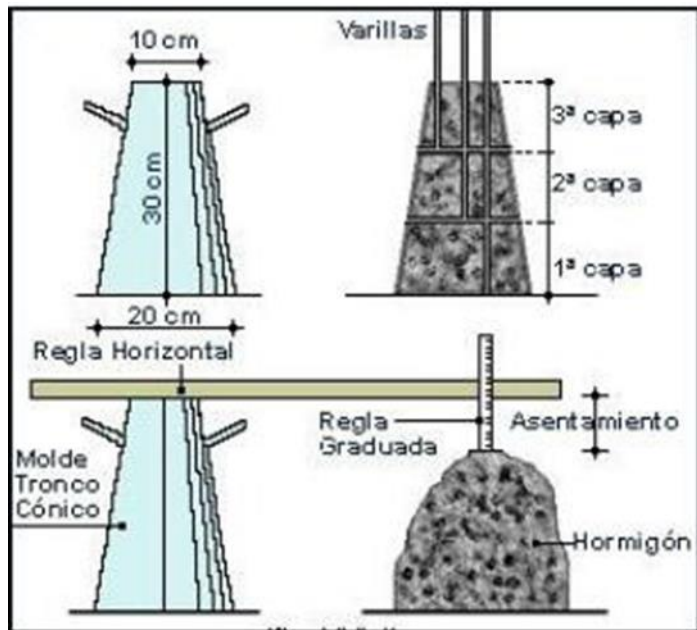
### 2.2.2.2. Propiedades del concreto

#### A. Consistencia

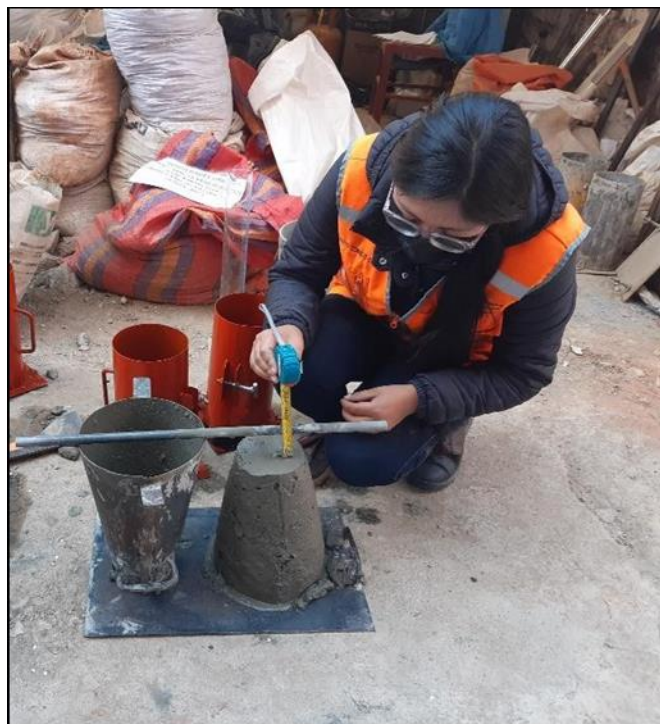
La noción de consistencia en el concreto hace referencia al grado de humedad presente en la mezcla, siendo influenciado por la cantidad de agua agregada durante la formulación de la mezcla (21). Para evaluar la manejabilidad y la consistencia de la mezcla, se emplea la prueba de *slump*. En esta evaluación, se utiliza un molde denominado cono de Abrams, donde se vierten tres capas de concreto y se compacta cada una con golpes de una varilla metálica. La diferencia de altura entre el punto más alto del encofrado y el punto más alto del concreto recién vertido se denomina *droop*, y esta prueba se utiliza para evaluar la capacidad de manejabilidad del concreto para adaptarse eficientemente al encofrado que lo contendrá (22; 23).

El cono de Abrams utilizado en la prueba de *slump* tiene una altura estándar de 30 cm, una base de 20 cm y una parte superior de 10 cm, con una base metálica nivelada que mantiene una distancia estratégica de la ingestión de agua (24). Durante la prueba, se utiliza una barra metálica lisa para compactar el concreto en tres capas, y cada capa se compacta alrededor de un 33 % de la altura total del cono de 10 cm. Cuando el cono está lleno, se retira con cuidado en un máximo de 5 segundos, y la sustancia caerá libremente, lo que permite medir la caída de la mezcla. La tabla adjunta proporciona una guía para evaluar la consistencia de la mezcla y la estrategia de compactación necesaria (25; 26).

Es importante destacar que la norma ASTM C 143 - 78 establece los pasos estándar para la prueba de *slump*, la cual no es adecuada para concretos de alta resistencia ni para cementos no plásticos con un *droop* menor a 1,5 cm o cementos no fluidos con un *droop* mayor a 22,5 cm.



*Figura 4. Cono de Abrams*



*Figura 5. Asentamiento del concreto ternario*

#### B. Contenido de aire

El contenido de aire en una mezcla de concreto se refiere al porcentaje de aire atrapado en el concreto en su estado fresco (27). La prueba para determinar este contenido de aire tiene como objetivo medir el volumen de aire atrapado en la mezcla de concreto recién mezclado (28). Para llevar a cabo esta

evaluación, se emplea un medidor de contenido de aire de tipo A o B. En este contexto, se centra en el tipo A.

El medidor tipo A se compone de una probeta redonda y hueca con una capacidad de hasta 7 litros, acompañada de un manómetro de gran tamaño, una máquina neumática y válvulas (29). El procedimiento de la prueba implica llenar la probeta con la mezcla de concreto y someterla a un ajuste de presión mediante la máquina neumática. Posteriormente, se registra la lectura del manómetro, que indica el volumen de aire contenido en la mezcla. Este valor se utiliza entonces para calcular el contenido de aire en la mezcla de concreto.

La prueba es como las pasadas, el bushel se llena en tres capas de cemento con 25 empaquetados con la barra metálica y se golpea delicadamente con un trineo elástico en algún lugar en el rango de 10 y múltiples veces consistentemente para eliminar las burbujas de aire, entonces, en ese punto, seguir cubriendo el compartimiento mediante la adición de agua a un nivel demostrado, el agua se mantendrá entre el final y la parte superior, lo que permite expulsar el aire retenido en el soporte.

Se cierra la válvula de escape, se sifona el aire para encerrar el engranaje y después se cierran las válvulas de limpieza del agua (30). Luego, en ese momento, se vuelve a sifonar y se golpea lateralmente una sola vez. El resultado de la lectura debe ser lo más cercano al 0,1 % con la expansión del factor de remedio total. En el momento en que se añade aire al equipo, la sustancia se detiene, cuando el aire se entrega, la sustancia debe volver a los niveles como los niveles subyacentes, el contraste reconocido es de 0,1 %, además del remedio total. Esta prueba no es relevante para el concreto total ligero y el cemento permeable.

### C. Resistencia a compresión

La resistencia a compresión es la medida donde la probeta de concreto resiste a una carga en lo que somete, el valor expresado de la resistencia es dado en  $\text{kg/cm}^2$ , Mpa o  $\text{lb/in}^2$ , los días de curado determinada por la norma es de 28 días, ya que la resistencia al 100 % alcanza a los 28 días.

La prueba de presión se realiza con cámaras finales tomando como ejemplo la sustancia utilizada en el trabajo y se empaquetan en una prensa de la instalación de investigación hasta que se rompen, la prueba de presión es una

de las más utilizadas para controlar la naturaleza de la sustancia (31).

Para calcular la resistencia a la compresión del concreto, se sigue un procedimiento estándar que implica aplicar una carga de compresión axial sobre las probetas de concreto hasta que se produce una falla en ellas (27). Las cámaras utilizadas para contener las probetas durante las pruebas deben ser metálicas y tener dimensiones de 30 cm de altura y 15 cm de ancho. Durante el período de prueba, estas cámaras deben colocarse en una superficie lisa y estable, sin vibraciones, y en un lugar protegido del sol y del agua (25).

Es crucial que todas las pruebas sean llevadas a cabo por personal capacitado y bajo condiciones controladas para garantizar resultados precisos y consistentes. Una vez que se realiza la prueba y se produce la falla en la probeta de concreto, se procede a calcular la resistencia a compresión del concreto, utilizando la fórmula adecuada según los estándares y normativas pertinentes.

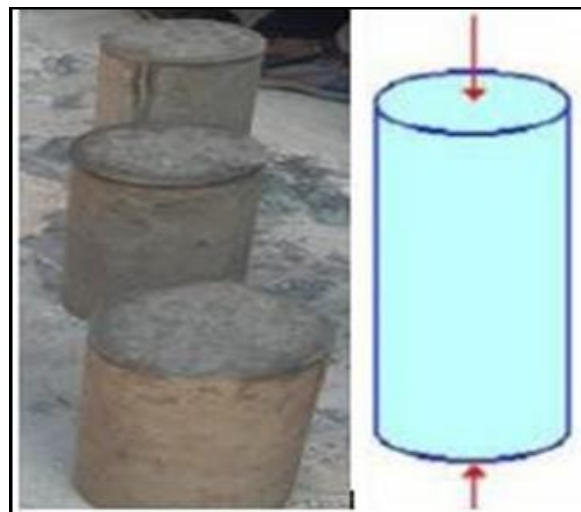
$$F_m = P/A \text{ (Ec1)}$$

**Donde**

$F_m$  = resistencia a compresión del concreto (MPa)

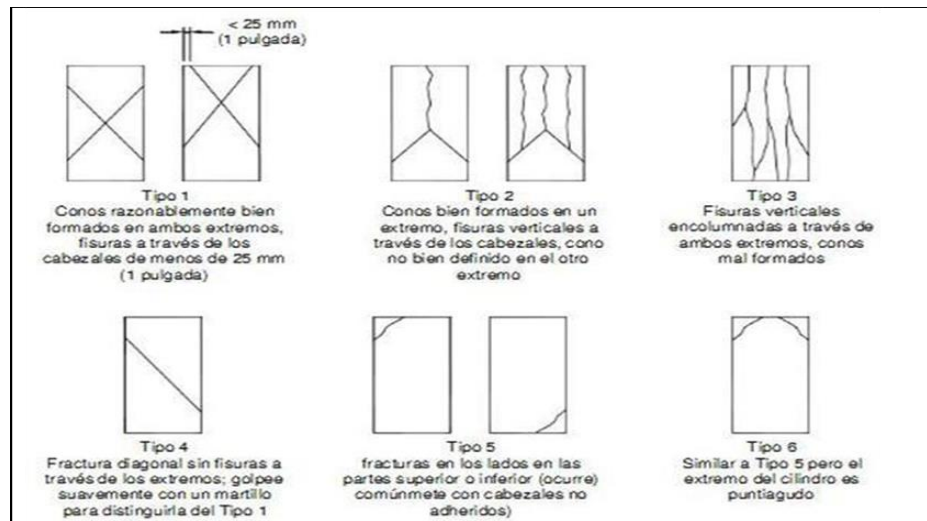
$P$  = carga máxima total (N)

$A$  = área de la superficie de la probeta ( $\text{cm}^2$ )



*Figura 6. Testigos de concreto ternario*

De acuerdo con Indecopi (32), el ensayo de resistencia a compresión «por lo general, se basa en un procedimiento de aplicación de una carga perpendicular al área de resistencia de la muestra» (p. 16).



**Figura 7. Tipos de fallas en un concreto ensayados a una resistencia a compresión**

**Fuente: NTP 339.034**

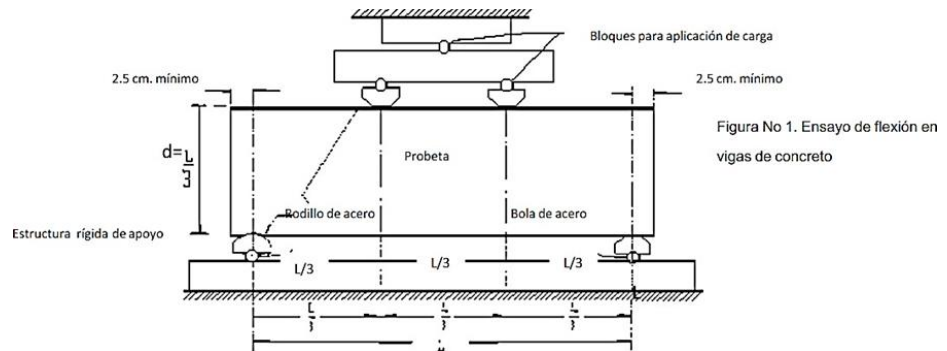
#### D. Resistencia a flexión

Como señala Borda (33), la resistencia a flexión es la capacidad que tienen las vigas de concreto para resistir la falla (p. 1). Esta prueba evalúa la capacidad de resistencia del concreto para soportar cargas aplicadas en forma de flexión, y se realiza en pilares o piezas de concreto no reforzado, utilizando probetas en forma de zapatos de cemento con dimensiones de 15 cm x 5 cm de área transversal y una longitud varias veces su espesor, siendo comúnmente de 45 cm (34). La resistencia a la flexión se expresa típicamente como un módulo de ruptura (MR) en lb/in<sup>2</sup>. Las pruebas de flexión suelen representar entre el 10 % y el 20 % de las pruebas de compresión.

Los ejemplos de radios deben hacerse adecuadamente cerca, la mezcla debe ser seca con prueba de caída de 1.25 cm a 6.25 cm. Se combinan con una vibración o golpes de una barra para la caída y la eliminación de dichas burbujas de aire, las barras deben estar constantemente húmedas durante las horas planteadas y en la estela de curado en agua durante 28 días para la restauración final individual.

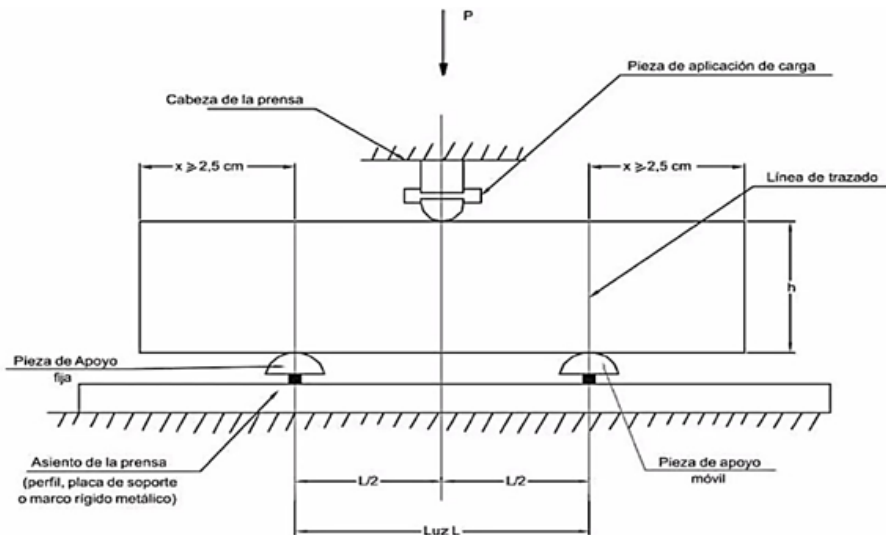
La máquina utilizada para la prueba de resistencia a flexión aplica una carga de aproximación más extrema en el punto focal del eje con dos focos

diseminados para lograr una apropiación equivalente de cargas y lograr una información precisa, el peralte del componente y su instantánea de latencia (35), que se obtiene del módulo de rotura, por medio del método ASTM C78.



**Figura 8. Resistencia a la flexión en vigas de concreto con carga en los tercios**

**Fuente: ASTM C -78**



**Figura 9. Resistencia a la flexión en vigas de concreto aplicada a una carga puntual**

**Fuente: ASTM C -78**

En este estudio, se realizó la prueba brasileña para evaluar la resistencia a flexión del concreto ternario. Esta prueba implica aplicar una carga a los tercios de la luz de la probeta de concreto hasta que se produce la falla. Además, la determinación del módulo de rotura está condicionada por la ubicación de la grieta, la cual debe estar dentro del tercio medio o a una distancia de este que no supere el 5 % de la luz libre.

- a) Si la grieta de la probeta se produce en el tercio central de la luz, el módulo de rotura se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Mr = PL/bh^2 \text{ (Ec2)}$$

**Donde**

Mr = módulo de rotura (MPa)

P = carga máxima total (N)

L = luz libre entre apoyos (mm)

b = ancho promedio de la probeta en la sección de falla (mm)

h = altura promedio de la probeta en la sección de falla (mm)

- b) Si la grieta de la probeta se produce fuera del tercio medio y a una distancia del tercio medio no mayor del 0.05 de la luz libre, el módulo de rotura (Mr) se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Mr = 3Pa/bh^2 \text{ (Ec3)}$$

**Donde**

Mr = módulo de rotura (MPa)

P = carga máxima total (N)

a = distancia entre la sección de rotura y el apoyo más próximo, medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la probeta (mm)

b = ancho promedio de la probeta en la sección de falla (mm)

h = altura promedio de la probeta en la sección de falla (mm)

### 2.3. Definición de términos básicos

1. Aditivo: Sustancia añadida para mejorar la adherencia entre el asfalto y la placa, prolongando la vida del asfalto con un grado de administración superior.
2. Agregados: Los agregados son componentes fundamentales en la formación del concreto, ya que se unen mediante un conglomerante, conocido como cemento, para crear una estructura resistente. Representan aproximadamente el 75 % de la masa total del concreto y desempeñan un papel crucial en el resultado final de la mezcla.
3. Agregado fino: Este agregado fino se obtiene separando las partículas de la roca al pasar por un tamiz de 3/8" y también se determina según las especificaciones de la norma.
4. Agregado grueso: Se trata de un tipo de agregado obtenido mediante el proceso de tamizado, el cual está compuesto por piedra triturada o agregados metálicos, ya sean naturales o artificiales.

5. Cemento: Se refiere a todos aquellos materiales pulverulentos que, al ser dosificados con la cantidad adecuada de agua, tienen la capacidad de formar una pasta que se endurece tanto en contacto con el aire como bajo el agua, creando compuestos estables mediante un proceso de síntesis.
6. Concreto: La composición del concreto se basa principalmente en la combinación de agregados finos y gruesos, cemento portland, agua y aire, todo en proporciones adecuadas para alcanzar las propiedades de resistencia especificadas.
7. Cono de Abrams: Esta es una prueba realizada en concreto fresco para medir su consistencia.
8. Granulometría: Esta es la distribución del tamaño de partícula del agregado determinada por análisis de tamiz.
9. Mezcla de diseño: Materiales minerales y agregados de cubierta de diseño (combinación de diferentes tamaños agregados y finos) que se combinan, se extienden en capas y se compactan.
10. Normas ASTM: Principios especializados normalizados a nivel mundial para ciclos o administraciones para las propiedades y ejecución de materiales, por ejemplo, sólidos, asfalto, acero, materiales poliméricos y compuestos, madera para uso en asfaltos, extensiones y estructuras, entre diferentes aplicaciones.
11. NTP: Son los registros que establecen las particularidades de calidad de los artículos, ciclos y administraciones en Perú.
12. Propiedades mecánicas: Son propiedades reales que representan la conducta de un material fuerte cuando se le aplican fuerzas de apoyo, presión y torsión.
13. Trabajabilidad: Se puede determinar en su estado fresco del concreto a través del transporte, colocación y acabado.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método y alcances de la investigación**

##### **3.1.1. Método de la investigación**

El método científico es un proceso organizado para llevar a cabo investigaciones y obtener resultados confiables y precisos. Hernández et al. (36) resaltan la importancia de comprender y seguir los parámetros metodológicos para asegurar la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos durante la investigación (p. 101).

##### **3.1.2. Tipo de investigación**

Chávez (37) define el tipo de investigación como aplicada, porque se enfoca en resolver un problema específico en un periodo de tiempo limitado (p. 134). Este enfoque se distingue por su orientación práctica y su propósito de abordar problemas concretos.

##### **3.1.3. Nivel de investigación**

Según Chávez (37), la investigación puede ser considerada como aplicada cuando se centra en resolver problemas específicos en un período de tiempo definido (p. 134). Esta clasificación denota un enfoque práctico dirigido hacia la solución de problemas concretos, ubicándose en un nivel explicativo.

#### **3.2. Diseño de investigación**

Según Hernández et al. (36), el diseño experimental puro implica la manipulación de una o más variables dependientes e independientes, así como, la realización de pruebas previas y posteriores al tratamiento para analizar su efecto (p. 141).

En este contexto, el diseño de la investigación se ajustó a un enfoque experimental, ya que implicó la manipulación de la variable independiente (materiales

inorgánicos) para estudiar su impacto en las propiedades físicas y mecánicas del concreto ternario. Esta manipulación se realizó mediante ensayos de laboratorio. Se establecieron cuatro grupos experimentales: el primero (D1) con una composición de 2 % de escoria granulada, 3 % de cal hidráulica y 95 % de cemento Portland; el segundo (D2) con 3 % de escoria granulada, 2 % de cal hidráulica y 95 % de cemento Portland; el tercero (D3) con 5 % de escoria granulada, 5 % de cal hidráulica y 90 % de cemento Portland; y el grupo de control con 0 % de escoria granulada, 0 % de cal hidráulica y 100 % de cemento Portland.

Por tanto, según este análisis, el enfoque del estudio se clasifica como un diseño experimental puro.

### 3.3. Población y muestra

#### 3.3.1. Población

Según Arias (38), una muestra es un conjunto infinita o finita de elementos con características iguales, cuyas conclusiones están detalladas y limitadas por el problema y propósito del estudio (p. 81).

En el contexto de esta investigación, se consideró que la población y la muestra son iguales, lo que implica que se utilizaron todos los elementos disponibles para el estudio. Se utilizaron un total de 48 probetas para los ensayos de resistencia a compresión y 48 vigas para los ensayos de resistencia a flexión.

#### 3.3.2. Muestra

Según Arias (38), la muestra es un subconjunto representativo y finito que se sustrae de la población de estudio disponible (p. 83).

**Tabla 6. Cantidad de mezcla de diseño con escoria granulada (EG), cal hidráulica (CH) y el cemento portland (CP)**

Diseño de	0 % EG y CH	2 % EG, 3 %	3 % EG, 2%	5 % EG, 5 %
mezcla	100 % CP.	CH y 95 % CP.	CH y 95 % CP.	CH y 90 % CP.
	1	1	1	1
<b>Total</b>	4 muestras			

**Tabla 7. Ensayo de resistencia a compresión**

<b>Ensayos de resistencia a la compresión</b>				
<b>Días</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>28</b>
0 % EG y CH - 100 % CP.	3	3	3	3
2 % EG, 3 % CH y 95 % CP.	3	3	3	3
3 % EG, 2 % CH y 95 % CP.	3	3	3	3
5 % EG, 5 % CH y 90 % CP.	3	3	3	3

**Tabla 8. Ensayos de resistencia a flexión**

<b>Ensayos de resistencia a flexión</b>				
<b>Días</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>28</b>
0 % EG y CH - 100 % CP.	3	3	3	3
2 % EG, 3 % CH y 95 % CP.	3	3	3	3
3 % EG, 2 % CH y 95 % CP.	3	3	3	3
5 % EG, 5 % CH y 90 % CP.	3	3	3	3

En nuestra investigación la muestra estuvo conformada por 4 diferentes diseños de mezclas, 48 probetas para el ensayo a compresión y 48 vigas para el ensayo a flexión.

### **3.3.3. Muestreo**

Según Hernández et al. (36), «el muestreo es no probabilístico y es un procedimiento de selección que se enfoca en las características de un estudio en particular, además del criterio de popularidad estadística» (p. 189).

En esta investigación, se llevaron a cabo ensayos de mezcla con cemento, cal y escoria granulada siguiendo las normativas técnicas vigentes para los ensayos de laboratorio, utilizando los instrumentos adecuados y registrando los resultados obtenidos en cada ensayo. Además, se optó por un muestreo no probabilístico para seleccionar la muestra utilizada en la investigación.

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

#### **3.4.1. Técnica: observación teórica**

Según Rodríguez (39), «la observación teórica es cuando el investigador observa y realiza la recolección de todos los datos que suelen ser intersubjetivas e intrasubjetivas» (p. 98). En la siguiente investigación se observó las características de los materiales inorgánicos y los lugares de la extracción de dichos materiales.

En nuestra investigación se aplicó la técnica de la *observación teórica* para la recopilación de los datos.

#### **3.4.2. Instrumentos de recolección de datos: experimentos de laboratorio**

Según Hernández et al. (36), un instrumento de medición es una herramienta que se utiliza un investigador para registrar datos o información sobre las variables que tiene en mente. En este estudio, los experimentos de laboratorio constituyen los instrumentos de recolección de datos, empleando equipos como: la olla Washington para medir el contenido de aire del concreto, el cono de Abrams para medir la consistencia del concreto (*slump*), y la prensa de concreto (máquinas de ensayos flexión y compresión) para medir la resistencia a compresión y flexión del concreto. Respecto a la confiabilidad, esta se refiere al grado en que el instrumento produce resultados coherentes y consistentes. Para garantizarla, se adjuntaron los certificados de calibración de los instrumentos utilizados en el laboratorio. Por otro lado, la validez se relaciona con el grado en que el instrumento mide realmente la variable que se busca medir. Para asegurarla, se incluyó la opinión de expertos para validar la idoneidad de los instrumentos utilizados.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

#### 4.1. Estudios previos

##### 4.1.1. Estudios de laboratorio

**Tabla 9. Estudios de laboratorio**

---

Ensayo Norma	
Resistencia a compresión ASTM C39	
Resistencia a flexión ASTM C78	
Peso unitario de los agregados MTC E 203 – 2000	
Peso específico y absorción de agregado grueso	MTC E 206-2000, NTP 400.021
Peso específico y absorción de agregado fino	MTC E 205-2000
Gravedad específica y absorción de los agregados	AASHTO T-84; T-85
Análisis granulométrico del agregado grueso	MTC E 204-2000
Análisis granulométrico del agregado fino	MTC E 204-2000
Contenido de aire MTC E-706; ASTM C231	Ver resultados en anexos

---

Los resultados obtenidos se analizó con la ayuda de tablas, con datos de las pruebas de laboratorio obtenidas, en lo cual se indican en las tablas de doble entrada, esquemas y pruebas de laboratorio.

**Tabla 10. Caracterización de los materiales**

<b>Materiales Inorgánicos</b>			
<b>Ensayo <u>escoria cal</u></b>			
	<b>Unidad</b>	<b>Resultado unidad</b>	<b>Resultado</b>
Peso muestra seca al horno	g	186,7 g	69,3
Peso frasco lleno con agua	g	350,3 g	350,3
Peso frasco con muestra + agua	g	483,5 g	389,9
Peso mat saturado sup seca	g	186,9 g	75,5
Volumen (solidos + vacíos)	cm <sup>3</sup>	53,7 cm <sup>3</sup>	35,9
Volumen de solidos	cm <sup>3</sup>	53,5 cm <sup>3</sup>	29,7
P.e bulk (base seca)	g	3,478 g	1,930
P.e bulk (base saturada)	g	3,480 g	2,103
P.e aparente	g	3,490 g	2,333
% absorción	%	0,107 %	8,9
<b>Agregado grueso</b>			
Ensayo		unidad	<b>Resultado</b>
Tamaño máximo nominal		in	1
Módulo de fineza		-	-
Peso unitario suelto		g	1268.0
Peso unitario compactado		g	1446.4
Peso específico		g	2.515
% de absorción		%	0.160
% de humedad		%	1.50
<b>Agregado fino</b>			
Ensayo		unidad	<b>Resultado</b>
Tamaño máximo nominal		in	-
Módulo de fineza		-	2.68
Peso unitario suelto		g	1417.6
Peso unitario compactado		g	1574.3
Peso específico		g	2.610
% de absorción		%	0.67
% de humedad		%	0.7

La muestra total se seleccionó siguiendo la norma NTP 400.10, que establece que la dimensión de la muestra debe ser cuatro veces la cantidad indicada según la norma NTP 400.010 o la dosis indispensable en la tabla proporcionada para el agregado grueso. Se realizaron determinaciones de las cantidades en las que las partículas de cierto tamaño estaban presentes en el material. Se llevó a cabo la prueba de tamaño del fragmento en una de las muestras de arena y se compararon los resultados con los límites establecidos para el tamaño de partícula.

**Tabla 11. Datos de materiales**

Datos		Valor
Módulo de finura del agregado fino		2,68
Peso unitario compactado de los agregados	Grueso	1268,0
	Fino	1417,6
Peso específico de los agregados	Grueso	2,515
	Fino	2,610
Contenido de humedad	Grueso	0,160
	Fino	0,67
porcentaje de absorción de los agregados	Grueso	1,50
	Fino	0,70
Relación agua cemento	De diseño	0,620
	efectiva	0,664

Se crearon cuatro diseños de mezcla utilizando el método de mezcla total, 24 muestras de concreto para cada diseño (12 para ensayo de compresión y 12 para ensayo de flexión; a 3, 7, 14 y 28 días), para un total de 96 ensayos, tal como se muestra en la tabla 12.

**Tabla 12. Diseño de mezclas**

Mezcla	% Escoria	Cal	Cemento
Patrón	0	0	100
Diseño 1	2	3	95
Diseño 2	3	2	95
Diseño 3	5	5	90

- Mezcla patrón: Se considera que esta mezcla genera un concreto puro de  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  y se evaluó su compresibilidad a los 3, 7, 14 y 28 días de edad (**ver anexos**).
- Diseño 1: En esta mezcla se tiene en cuenta que dicha preparación de la mezcla con dosificación de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , 2 % escoria + 3 % cal + 95 % cemento, material cuya resistencia a compresión ha sido evaluada a los 3, 7, 14 y 28 días (**ver anexos**).
- Diseño 2: En esta mezcla se tiene en cuenta que dicha preparación de la mezcla con una dosificación de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , 3 % escoria + 2 % cal + 95 % cemento, material cuya resistencia a compresión ha sido evaluada a los 3, 7, 14 y 28 días (**ver anexos**).
- Diseño 3: En esta mezcla se tiene en cuenta que dicha preparación del concreto con una dosificación de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , 5 % escoria + 5 % cal + 90 % cemento, material cuya resistencia a compresión ha sido evaluada a los 3, 7, 14 y 28 días (**ver anexos**).

## 4.2. Análisis

### 4.1.1. OE1: Determinación de la variación de la consistencia en un concreto ternario modificados con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021

Esta prueba determinó cuánto varía la consistencia del concreto patrón recién mezclado con el concreto ternario modificado con materiales inorgánicos.

Tabla 13. Variación de la consistencia

Diseño	patrón	Variación		
		D1	D2	D3
slump	3"	2"	3"	1.5"

Se logra observar que hay una variación de resistencia del diseño de la mezcla patrón con respecto a los diferentes diseños del concreto ternario modificados con materiales inorgánicos.

### 4.1.2. OE2: Determinación del contenido de aire en concreto ternario modificados con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021

Esta prueba determinó cuánto aire contenía el concreto recién mezclado, con la excepción de la cantidad de aire retenido por las partículas de agregado que tienen una resistencia reducida debido al aumento de vacíos en el mortero.

Tabla 14. Control de contenido de aire (todos los ensayos y cálculos relacionado con el contenido de aire)

Propiedad	Con aditivo			
	patrón	D1	D2	D3
w/c (La relación agua- cemento)	0,62	0,62	0,62	0,62
P (peso, kg)	7,04	7,04	7,04	7,04
P.e (contenido real del cemento, kgf/m <sup>3</sup> )	997,9	997,9	997,9	997,9
Vol. Recip (volumen de recipiente, m <sup>3</sup> )	0,007	0,007	0,007	0,007
Pm (kg)	13,51	13,51	13,51	13,51
W (peso unitario del concreto (kgf/m <sup>3</sup> ))	1915,14	1915,14	1915,14	1915,14
T (peso unitario teórico del concreto sin aire, hfg/m <sup>3</sup> )	2217,8	2217,8	2217,8	2217,8
Y (rendimiento, m <sup>3</sup> )	0,098	0,098	0,098	0,098
Ry (rendimiento relativo)	1,06	1,06	1,06	1,06
N (contenido real del cemento, kgf/m <sup>3</sup> )	477,1	477,1	477,1	477,1
A (% de aire en concreto)	1,5	1,5	1,5	1,5

Se logra observar en la tabla anterior que el contenido de aire no cambió en ninguno de las pruebas en los diferentes diseños, incluyendo la muestra patrón.

#### 4.1.3. OE3: Determinación de la resistencia a compresión en un concreto ternario modificados con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021

La tabla 14, resume dichos resultados medios de las pruebas realizados de compresión uniaxial realizados a las muestras de concreto de acuerdo a los diseños acabados y las respectivas edades, a partir de los cuales se determinó el resultado que tiene sobre el concreto una mezcla de escoria y cal.  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 15. Resultados de la prueba a compresión**

Mezcla	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga máx. (KN)	Resist. promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Varianza	Desviación estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	Coef. variación (%)
Patrón	3	15,10	293,86	167,33	15,42	3,93	0,02
	7	15,00	310,25	179,02	10,38	3,22	0,02
	14	15,10	386,83	220,27	0,37	0,61	0,00
	28	15,00	449,43	259,35	2,21	1,49	0,01
D1	3	15,10	345,67	196,83	15,48	3,93	0,02
	7	15,00	330,22	190,55	4,28	2,07	0,01
	14	15,10	412,45	234,86	39,25	6,27	0,03
	28	15,00	512,71	295,85	14,80	3,85	0,01
D2	3	15,10	271,83	154,78	136,71	11,69	0,08
	7	15,00	242,21	139,76	5,63	2,37	0,02
	14	15,10	299,47	170,52	3,12	1,77	0,01
	28	15,00	394,99	227,92	170,74	13,07	0,06
D3	3	15,10	347,57	197,91	8,94	2,99	0,02
	7	15,00	380,41	189,51	2715,97	52,11	0,28
	14	15,10	412,30	234,77	12,38	3,52	0,01
	28	15,00	475,43	274,34	10,83	3,29	0,01

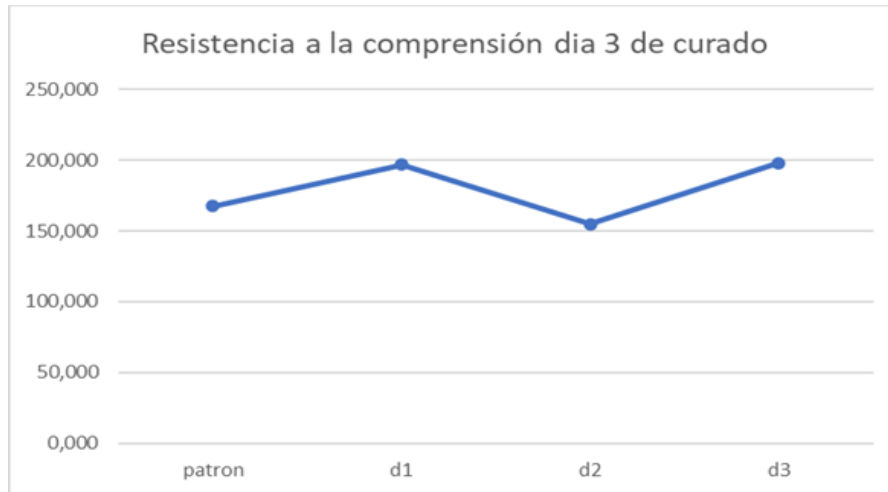
Los resultados se compararon con la mezcla maestra diseñada. Puede verse en la tabla que la resistencia a compresión aumenta con cada edad en relación con la mezcla estándar y cuanto mayor es la cantidad de escoria por peso de cemento, se logra una mayor resistencia.

**Tabla 16. Resistencia a compresión promedio**

Mezcla	Días			
	3	7	14	28
Compresión	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
Patrón	167,327	179,023	220,270	259,350
D1	196,830	190,547	234,857	295,853
D2	154,780	139,760	170,523	227,920

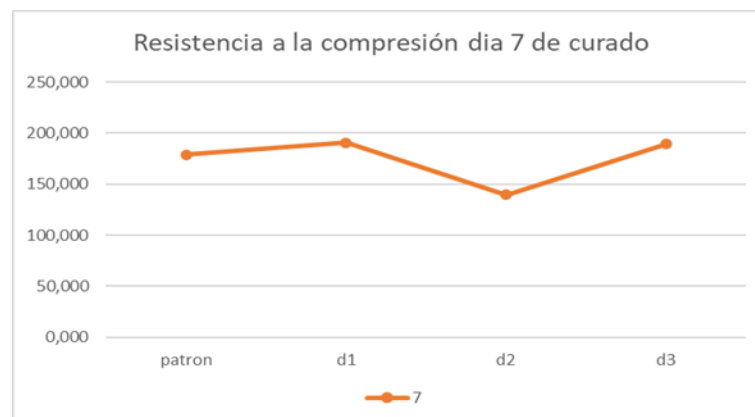
D3	197,910	189,507	234,770	274,340
----	---------	---------	---------	---------

Dichos ensayos de compresión han sido desarrollados conforme a la norma ASTM C-39M14, y presentaron los resultados expuestos en la tabla 14, dichos resultados son el promedio de todos los ensayos (**ver anexos**), para cada dosificación especificada y por tipo de diseño de mezcla a las respectivas edades.



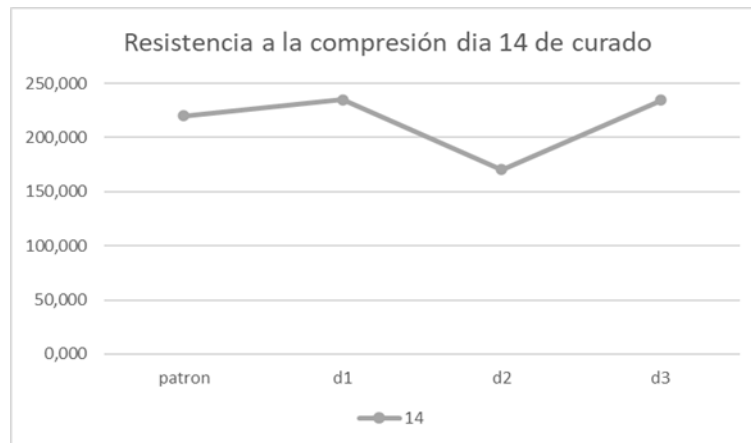
**Figura 10. Resistencia a compresión a la edad de 3 días de curado de las mezclas ensayadas**

Se puede observar que, para la edad de 3 días, el diseño con mayor resistencia a la compresión es el diseño 3 (5 % escoria + 5 % cal + 90 % cemento) con un valor de 197,910 kg/cm<sup>2</sup>.



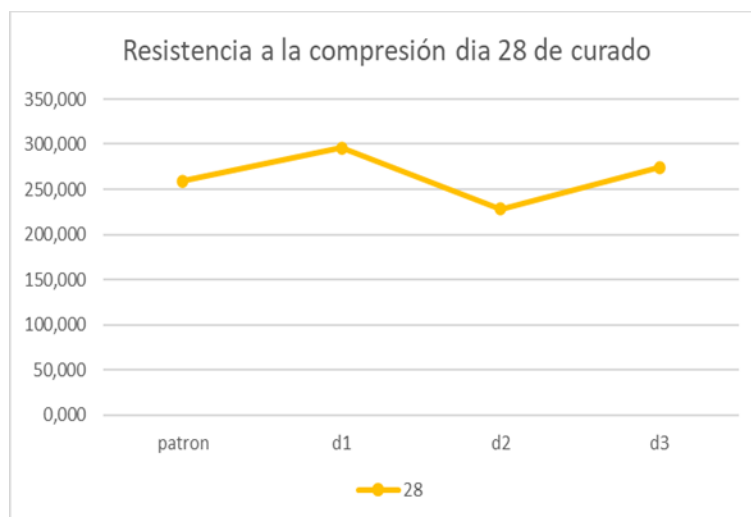
**Figura 11. Resistencia a compresión a la edad de 7 días de curado de las mezclas ensayadas**

Se puede observar que, para la edad de 7 días, el diseño con mayor resistencia a la compresión es el diseño 1 (2 % escoria + 3 % cal + 95 % cemento) con un valor de 190,547 kg/cm<sup>2</sup>.



**Figura 12. Resistencia a compresión a la edad de 14 días de curado de las mezclas ensayadas**

Se puede observar que, para la edad de 14 días, el diseño con mayor resistencia a la compresión es el diseño 1 (2 % escoria + 3 % cal + 95 % cemento) con un valor de 234,857 kg/cm<sup>2</sup>.



**Figura 13. Resistencia a compresión a la edad de 28 días de curado de las mezclas ensayadas**

Se puede observar que, para la edad de 28 días, el diseño con mayor resistencia a la compresión es el diseño 1 (2 % escoria + 3 % cal + 95 % cemento) con un valor de 295,853 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **4.1.4. OE4: Determinación de la resistencia a flexión en un concreto ternario modificados con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021**

Para un diseño de pavimento de concreto, se expresa como módulo de ruptura (MR) en MPa la resistencia a flexión y se determina usando los métodos de experimento NTP 339.078 (ASTM C78) en el tercer punto de carga o la norma NTP 339.079 (ASTM C293) cargado en el punto medio.

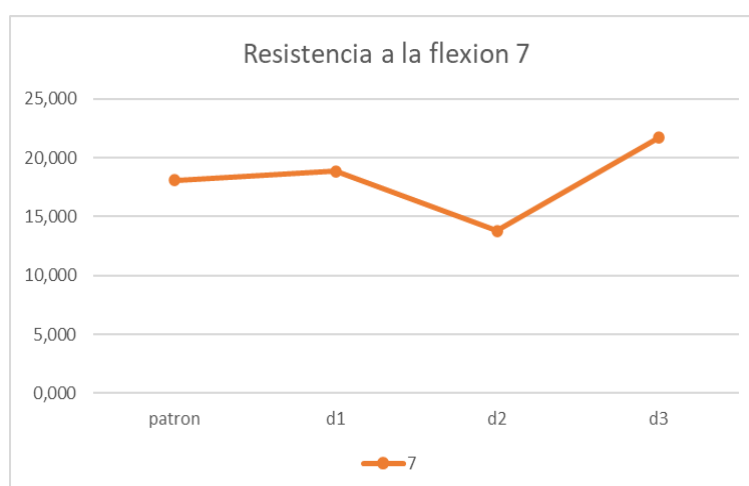
**Tabla 17. Resistencia a flexión promedio**

Diseño de mezcla	Días			
	3	7	14	28
Resistencia a la flexión	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
patrón	16,550	18,103	22,110	25,867
d1	19,330	18,847	23,660	29,575
d2	15,143	13,817	17,153	23,617
d3	19,613	21,710	23,587	27,617



**Figura 14. Resistencia a flexión a la edad de 3 días de curado de las mezclas ensayadas**

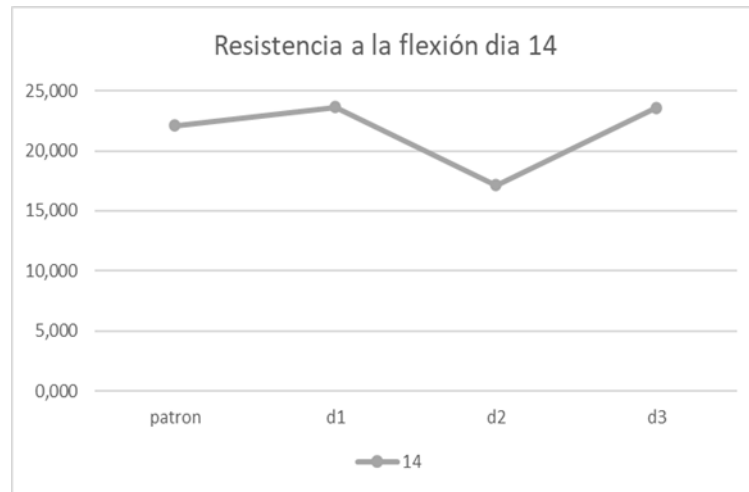
Se observa que, para la edad de 3 días, el diseño con mayor resistencia a la compresión es el diseño 3 (5 % escoria + 5 % cal + 90 % cemento) con un valor de 19,613 N/mm<sup>2</sup>.



**Figura 15. Resistencia a flexión a la edad de 7 días de curado de las mezclas ensayadas**

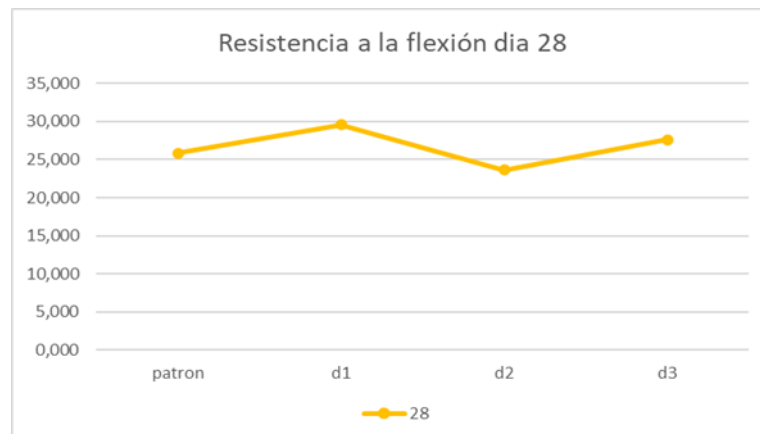
Se observa que, para la edad de 7 días, el diseño con mayor resistencia a la compresión es el diseño 3 (5 % escoria + 5 % cal + 90 % cemento) con un valor de 21,710 N/mm<sup>2</sup>.

un valor de 21,710 N/mm<sup>2</sup>.



*Figura 16. Resistencia a flexión a la edad de 14 días de curado de las mezclas ensayadas*

Se puede observar que, para la edad de 14 días, el diseño con mayor resistencia a la compresión es el diseño 1 (2 % escoria + 3 % cal + 90 % cemento) con un valor de 23,660 N/mm<sup>2</sup>.



*Figura 17. Resistencia a flexión a la edad de 28 días de curado de las mezclas ensayadas*

Se puede observar que, para la edad de 28 días, el diseño con mayor resistencia a la compresión es el diseño 1 (2 % escoria + 3 % cal + 95 % cemento) con un valor de 29,575 N/mm<sup>2</sup>.

#### **4.1.5. OE5: Determinación del cambio entre el diseño de mezcla base y el diseño de mezcla con adición de material inorgánico, Huancayo, región Junín, 2021**

En la tabla 17 resume dichos resultados de las pruebas realizados de proporción por tanda de un saco, según los diseños acabados y las respectivas proporciones, a partir de los cuales se analizarom el efecto que tiene sobre el

concreto una mezcla con escoria y cal.  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 18. Proporción por tanda de un saco**

Proporciones por tanda de un saco		Cambio			
		Patrón	D1	D2	D3
Cemento	kg/saco	42.50	42.50	42.50	42.50
Agregado grueso	kg/saco	136.30	136.30	136.30	136.30
Agregado fino	kg/saco	105.20	103.10	103.20	101.20
Agua	L/saco	28.20	28.20	28.20	28.20
Cal	kg/saco	0.00	1.275	0.850	2.125
Escoria	kg/saco	0.00	1.371	2.056	3.427

#### 4.1.6. OE6: Determinación de las propiedades físicas y mecánicas en un concreto ternario modificados con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021

En la tabla 18 se muestra el los resultados promedio adquiridos de los diseños de mezclas diferentes en otras edades evaluadas. Se incluyen datos de la consistencia del concreto, el contenido de aire, la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y el cambio en los diseños de mezcla. Con estos resultados se determina las propiedades físicas y mecánicas del concreto ternario con la incorporación de materiales inorgánicos, que constituye el objetivo de la investigación.

**Tabla 19. Resumen de los resultados**

Diseño	Días	Consistencia (Slump)	% aire	Resistencia a la compresión ( $\text{kg/cm}^2$ )	Resistencia a la flexión ( $\text{N/mm}^2$ )	Diseño de mezcla (a/c)
Patrón	3	3"	1,5	167,33	16,550	0,620
	7			179,02	19,330	
	14			220,27	15,143	
	28			259,35	19,613	
D1	3	2"	1,5	196,83	18,103	0,620
	7			190,55	18,847	
	14			234,86	13,817	
	28			295,85	21,710	
D2	3	3"	1,5	154,78	22,110	0,620
	7			139,76	23,660	
	14			170,52	17,153	
	28			227,92	23,587	
D3	3	1.5"	1,5	197,91	25,867	0,620
	7			189,51	29,575	
	14			234,77	23,617	
	28			274,34	27,617	

### 4.3. Resultados

#### 4.3.1. OE1: Determinar la consistencia en un concreto ternario modificada con

### **materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021**

Dichos resultados conseguidos de los ensayos de consistencia, para la mezcla patrón es de 3” y para las demás mezclas modificados con materiales inorgánicos; se pueden apreciar en la tabla 20.

**Tabla 20. Resultados de consistencia**

Diseño	patrón	Variación		
		D1	D2	D3
slump	3”	2”	3”	1.5”

En esta investigación la consistencia cambia en todos los diseños del concreto patrón con respecto a los diferentes diseños del concreto ternario adicionados con materiales inorgánicos.

#### **4.3.2. OE2: Determinar el contenido de aire en un concreto ternario modificado con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021**

El aire incorporado mejora la conveniencia de mezclar trabajos que de otro modo serían toscos y difíciles con agregados angulares o de baja calidad.

**Tabla 21. Resultados del contenido de aire**

Propiedad	Con aditivo						
	Patrón	Incremento	D1	Incremento	D2	Incremento	D3
A (% de aire en concreto)	1,5	0 %	1,5	0 %	1,5	0 %	1,5

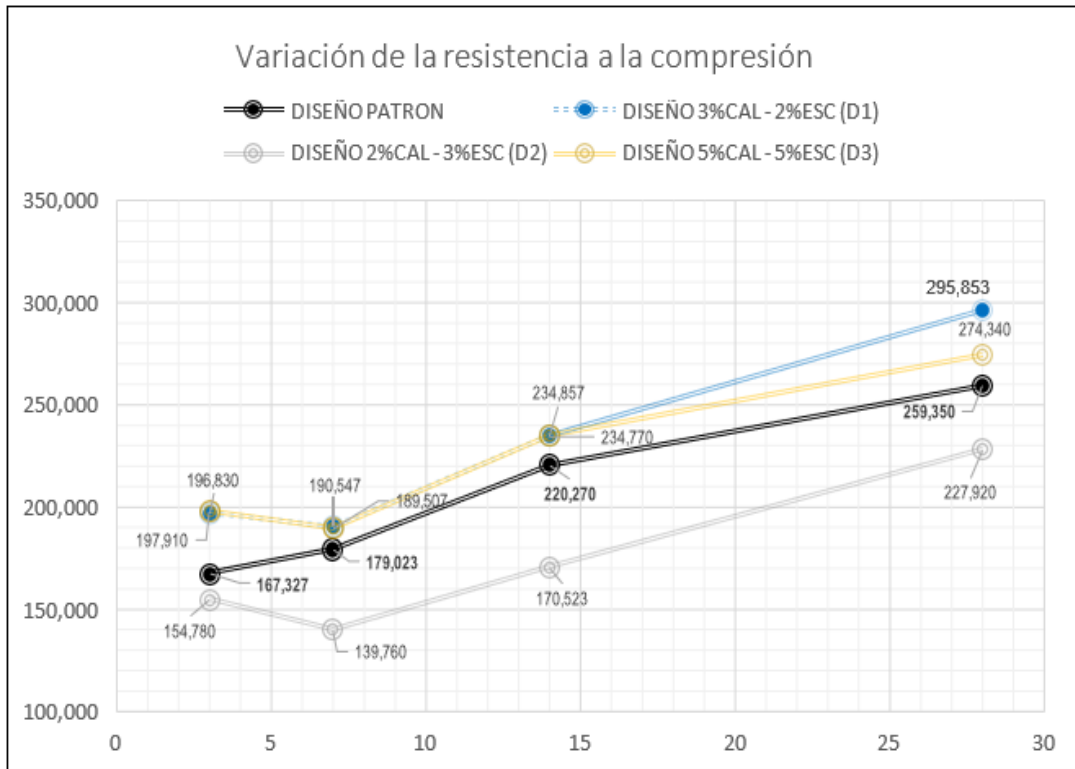
En esta investigación el contenido de aire es constante en todos los diseños de mezcla, por lo cual esta característica no está generando una diferencia entre estas.

#### **4.3.3. OE3: Determinar la resistencia a compresión en un concreto ternario modificada con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021**

El compendio de dichos resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a compresión, para las mezclas con patrón de resistencia a compresión 167.327 kg/cm<sup>2</sup>, 179.023 kg/cm<sup>2</sup>, 220.270 kg/cm<sup>2</sup> y 259.350 kg/cm<sup>2</sup>, de tiempo de 3, 7, 14 y 28 días.

**Tabla 22. Incremento resistencia a compresión respecto a mezcla patrón**

	Incremento Edad 3 días	Incremento Edad 7 días	Incremento Edad 14 días	Incremento Edad 28 días
<b>Patrón</b>	-	-	-	-
<b>D1</b>	18 %	6 %	7 %	14 %
<b>D2</b>	-7 %	-22 %	-23 %	-12 %
<b>D3</b>	18 %	6 %	7 %	6 %



**Figura 18. Incremento de resistencia a compresión respecto a mezcla patrón**

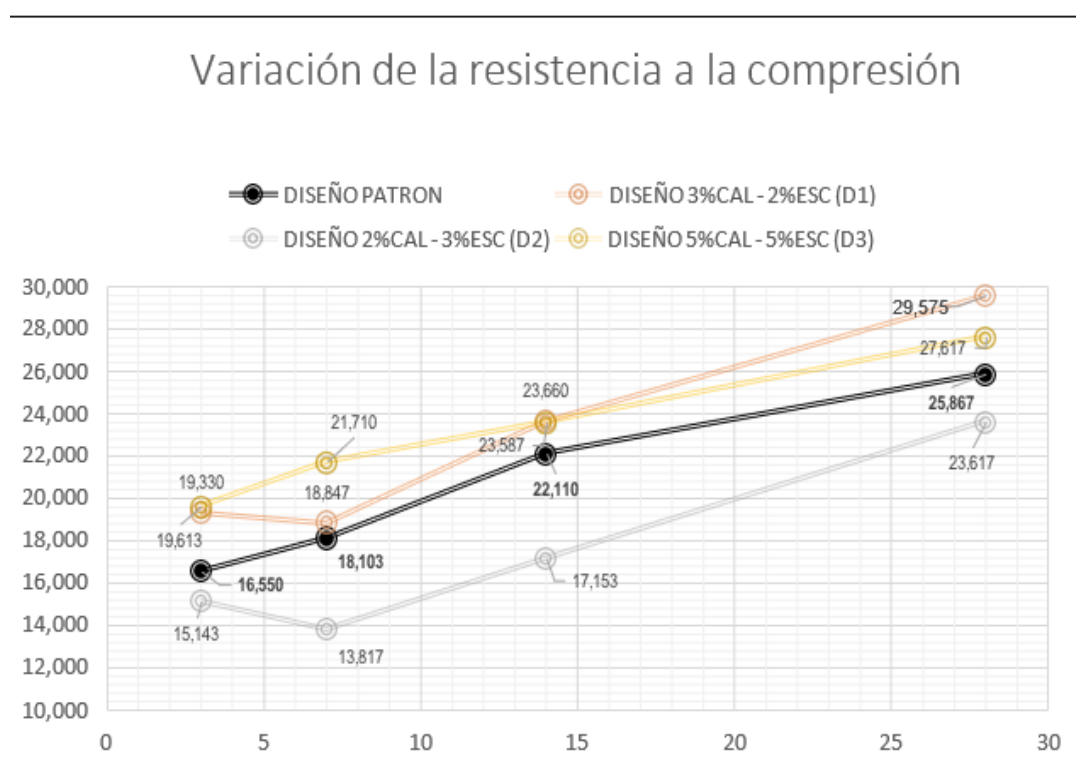
Se evidencia en la figura 18 que, a los 28 días de la rotura de la probeta, el diseño de mezcla D1 (2 % escoria + 3 % cal + 95 % cemento) presenta mayor resistencia a compresión un total de 295.853 kg/cm<sup>2</sup>, a cerca del diseño patrón un total de 259.350 kg/cm<sup>2</sup>. De la misma forma, se puede evidenciar que hay una variación entre diseño patrón con los diseños modificados con materiales inorgánicos D1, D2 y D3.

**4.3.4. OE4: Determinar la resistencia a flexión en un concreto ternario modificada con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021**

El compendio de dichos resultados conseguidos de los ensayos de resistencia a flexión, para las mezclas patrones de resistencia a flexión son 16.550 N/mm<sup>2</sup>, 18.103 N/mm<sup>2</sup>, 22.110 N/mm<sup>2</sup> y 25.867 N/mm<sup>2</sup>, a edades de 3, 7, 14 y 28 días.

**Tabla 23. Incremento de resistencia a flexión respecto a mezcla patrón**

	Incremento Edad 3 días	Incremento Edad 7 días	Incremento Edad 14 días	Incremento Edad 28 días
<b>Patrón</b>	-	-	-	-
<b>D1</b>	17 %	4 %	7 %	14 %
<b>D2</b>	-8 %	-24 %	-22 %	-9 %
<b>D3</b>	19 %	20 %	7 %	7 %



**Figura 19. Incremento de resistencia a flexión respecto a mezcla patrón**

Se evidencia en la figura 19 que, a los 28 días de la rotura de la probeta (método brasileño), el diseño de mezcla 1 (2 % escoria + 3 % cal + 95 % cemento) presenta mayor resistencia a la flexión con un total de 29.575 N/mm<sup>2</sup> respecto al diseño patrón un total de 25.867 N/mm<sup>2</sup>. De la misma forma, se puede evidenciar que hay una variación entre diseño patrón con los diseños con adiciones de materiales inorgánicos D1, D2 y D3.

**4.3.5. OE5: Determinar el cambio del diseño de mezcla base con el diseño de mezcla en un concreto modificado con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021**

Los resultados de los pesos de los materiales inorgánicos (escoria granulada y cal hidráulica), se evidencia cambio que depende del porcentaje que se usó para el reemplazo del cemento Portland a cada diseño de mezcla

modificados con materiales inorgánicos D1, D2 y D3.

**Tabla 24. Peso de los materiales inorgánicos**

Proporciones por peso		Patrón	Peso (kg)		
			D1	D2	D3
Cal	kg	0	9.34	6.23	15.56
Escoria	kg	0	6.23	9.34	15.56

**4.3.6. OE6: Determinar las propiedades físicas y mecánicas en un concreto modificadas con materiales inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021**

Los resultados obtenidos de las propiedades físicas y mecánicas en un concreto ternario modificadas con materia inorgánicos se resumen en la tabla 25. Para las mezclas patrones, se observaron valores de resistencia a compresión de 167.327 kg/cm<sup>2</sup>, 179.023 kg/cm<sup>2</sup>, 220.270 kg/cm<sup>2</sup> y 259.350 kg/cm<sup>2</sup> para el tiempo de 3, 7, 14 y 28 días, respectivamente. Con relación a la resistencia a flexión, se registraron valores de 16.550 N/mm<sup>2</sup>, 18.103 N/mm<sup>2</sup>, 22.110 N/mm<sup>2</sup> y 25.867 N/mm<sup>2</sup> para las mismas edades mencionadas.

**Tabla 25. Relación de resistencia a compresión – resistencia a flexión**

	3	7	14	28
Resistencia a compresión	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
patrón	167,327	179,023	220,270	259,350
D1 (2 % esc + 3 % cal + 95 % cm)	196,830	190,547	234,857	295,853
D2 (3 % esc + 2 % cal + 95 % cm)	154,780	139,760	170,523	227,920
D3 (5 % esc + 5 % cal + 90 % cm)	197,910	189,507	234,770	274,340
Resistencia a la flexión	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
Patrón	16,550	18,103	22,110	25,867
D1 (2 % esc + 3 % cal + 95 % cm)	19,330	18,847	23,660	29,575
D2 (3 % esc + 2 % cal + 95 % cm)	15,143	13,817	17,153	23,617
D3 (5 % esc + 5 % cal + 90 % cm)	19,613	21,710	23,587	27,617

En la tabla 25 se destaca que en el diseño de mezcla D1 (2 % esc + 3 % cal + 95 % cm) a los 28 días, se alcanzó una resistencia a la compresión de 295,853 kg/cm<sup>2</sup>, la cual supera a la resistencia obtenida en el diseño patrón, que fue de 259,350 kg/cm<sup>2</sup>. Del mismo modo, se observa que la resistencia a la flexión en el diseño de mezcla D1 a los 28 días fue de 29,575 N/mm<sup>2</sup>, siendo esta la mayor resistencia comparada con el diseño patrón, que registró una resistencia de 25,867 N/mm<sup>2</sup>.

Además, en la tabla 26 se presenta la variación de estas propiedades (% de aire, resistencia a compresión y flexión) y su diferencia respecto a la

prueba de patrón.

**Tabla 26. Variación de las propiedades respecto a la muestra patrón**

Diseño	% aire	Resistencia a la compresión $\text{kg/cm}^2$	Resistencia a la flexión ( $\text{N/mm}^2$ )
	Variación respecto a muestra patrón	Variación respecto a muestra patrón	Variación respecto a muestra patrón
Patrón	-	-	-
D1	0%	11%	11%
D2	0%	-16%	-16%
D3	0%	9%	13%

Entonces, es evidente que el diseño de mezcla que presenta la mayor variación y, por ende, una mayor resistencia en comparación con la muestra patrón es el diseño de mezcla D1 (2 % esc + 3 % cal + 95 % cm), con una resistencia a compresión de 295,853  $\text{kg/cm}^2$  y una resistencia a flexión de 29,575  $\text{N/mm}^2$ . Por lo tanto, se deduce que este diseño de mezcla aumenta significativamente las propiedades físicas y mecánicas del concreto ternario mejorado con materiales inorgánicos.

#### 4.4. Discusión de resultados

En la investigación realizada en Huancayo, región Junín, en 2021, se determinó que el diseño de mezcla D1 (2 % esc + 3 % cal + 95 % cm) de concreto ternario modificado con materiales inorgánicos mostró una resistencia a la compresión de 295,853  $\text{kg/cm}^2$  a los 28 días, lo que indica una mayor resistencia en comparación con el diseño de mezcla estándar. Estos hallazgos coinciden con los resultados de Melgarejo (8), concluye que con la adición de escoria mejora la resistencia a compresión del concreto permeable en pavimentos urbanos, cumpliendo con los requisitos técnicos para proyectos de pavimento rígido. Por lo tanto, la combinación óptima de materiales inorgánicos, como la escoria y la cal hidratada, en una proporción de 2 % de escoria, 3 % de cal hidráulica y 95 % de cemento, mejora la resistencia a la compresión del concreto.

En la misma investigación, se determinó que el diseño de mezcla D1 (2 % esc + 3 % cal + 95 % cm) de concreto ternario modificado con materiales inorgánicos mostró una resistencia a la flexión de 29,575  $\text{N/mm}^2$  a los 28 días, lo que indica una mayor resistencia en comparación con el diseño de mezcla estándar. Estos resultados son respaldados por los hallazgos de Fernández (11), quien concluyó que una mezcla con un 64 % de cemento Portland, 30 % de escoria granulada de alto horno y 6 % de *filler* calizo logró una resistencia a la flexión de 9  $\text{N/mm}^2$ . Por lo tanto, la adición de

materia prima inorgánicos como la escoria y cal hidratada al diseño de mezcla estándar, en una proporción de 2 % de escoria, 3 % de cal hidráulica y 95 % de cemento, la resistencia a la flexión de la concreta mejora.

En cuanto al contenido de aire, se observa que se mantiene constante en todos los diseños de mezcla, lo que significa que esta característica no influye en las diferencias entre ellos. Las especificaciones indican un contenido de aire del  $7,5 \pm 1,5$  % para la resistencia a la congelamiento y descongelación. Además, para garantizar la trabajabilidad, se establece un contenido de aire del  $5,5 \pm 1,5$  % para concretos con agregados livianos en el rango de resistencia de 3000 a 4500 psi, y del  $4,5 \pm 1,5$  % para concretos con una resistencia superior a 4500 psi.

## CONCLUSIONES

En la investigación realizada en Huancayo, región Junín, en 2021, se encontró que el diseño de mezcla D1 (2 % de escoria + 3 % de cal + 95 % de cemento) de concreto ternario modificado con materiales inorgánicos mostró mejoras significativas en las propiedades físicas y mecánicas.

La trabajabilidad del concreto en su estado fresco se refiere a la facilidad con que puede ser mezclado, manejado, transportado, colocado, compactado y terminado sin perder su resistencia y uniformidad. Una técnica indirecta para evaluar la manejabilidad del concreto, medir su fluidez o consistencia es mediante el ensayo de asentamiento con cono de Abrams. En nuestra investigación la consistencia varía de 1.5” a 3”, del diseño patrón con respecto a los diferentes diseños de mezcla modificados con materiales inorgánicos.

En esta investigación el contenido de aire es constante 1,5% en todos los diseños de mezcla, por lo cual esta característica no está generando una diferencia entre estas.

La resistencia a compresión mejora significativamente con el diseño de mezcla D1 (2 % de escoria + 3 % de cal + 95 % de cemento), el ensayo se realizó utilizando el método de muestras cilíndricas de concreto (NTP 339.034), y a los 28 días de edad, los resultados alcanzaron los 295,853 kg/cm<sup>2</sup>.

Asimismo, la resistencia a flexión mejora significativamente con el mismo diseño de mezcla, donde el ensayo se llevó a cabo utilizando el método brasileño con muestras cilíndricas de concreto, y a los 28 días los resultados alcanzaron los 29,575 N/mm<sup>2</sup>

Finalmente, de todas las combinaciones realizadas, se logró comprobar que la mayor resistencia en comparación con el diseño patrón es el diseño de mezcla D1 (2 % de escoria + 3 % de cal + 95 % de cemento), con una resistencia a compresión de 295,853 kg/cm<sup>2</sup> y una resistencia a flexión de 29,575 N/mm<sup>2</sup>. Por lo tanto, se concluye que este diseño de mezcla D1 mejora significativamente las propiedades físicas y mecánicas del concreto ternario modificado con materiales inorgánicos.

## RECOMENDACIONES

Se sugieren las siguientes recomendaciones para futuras investigaciones sobre el concreto ternario modificado con materiales inorgánicos en Huancayo, región Junín, 2021.

1. Comparación con otros agregados: para evaluar cómo afectan las propiedades físicas y mecánicas del concreto ternario, se sugiere llevar a cabo investigaciones con los mismos tipos de materiales, pero incorporando diferentes aditivos que aumenten la resistencia, la estabilidad y la manejabilidad del concreto ternario.
2. Trabajabilidad óptima: para garantizar que los diseños de mezcla tengan una trabajabilidad adecuada para evitar problemas durante el colado y la colocación del concreto.
3. Evaluación del contenido de aire: investigar y evaluar diseños de mezcla con diferentes contenidos de aire para analizar su impacto en las propiedades del concreto ternario.
4. Variación en la relación agua-cemento: determinar el efecto de diferentes proporciones de agua-cemento en la resistencia a compresión del concreto ternario modificado con materiales inorgánicos.
5. Resistencia a flexión a largo plazo: estimar la resistencia a flexión del concreto ternario en edades superiores a 14 días para evaluar su durabilidad y comportamiento a largo plazo.
6. Máximo porcentaje de reemplazo de cemento: investigar el máximo porcentaje de cal hidráulica y escoria granulada que puede reemplazar al cemento en el concreto ternario para reducir costos de producción y mejorar la sostenibilidad. Se sugiere que en investigaciones futuras se considere el uso de otros materiales similares a la cal y/o escoria para reemplazar adecuadamente el cemento y reducir los costos de producción.

Estas recomendaciones podrían ampliar el conocimiento sobre el uso de materiales inorgánicos en el concreto ternario y contribuir al desarrollo de mezclas más eficientes y sostenibles.

## REFERENCIAS

1. **NEVILLE, Adam.** *Properties of Concrete*. 5ta ed. London: Pearson, 2011, p. 846.
2. **AHMAD, Mushtaq et al.** *Compressive strength by incorporating quarry dust in self-compacting concrete grade M35*. Civil Engineering Journal. 2018, 4(4). [Fecha de consulta: 15 de abril de 2023]. Disponible en <https://www.civilejournal.org/index.php/cej/article/view/764>. ISSN: 2476-3055.
3. **CUELLAR, Julio; SEQUEIROS, Walker.** *Influencia del curado en la resistencia a la compresión del concreto preparado con cemento portland tipo I y cemento puzolánico tipo IP en la ciudad de Abancay – Apurímac*. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Apurímac: Universidad Tecnológica de los Andes, 2017. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/250080974.pdf>.
4. **JAMES, T. et al.** *Effect of curing methods on the compressive strength of concrete*. Nigerian Journal of Technology. 2011, 30(3). [Fecha de consulta: 15 de abril de 2023]. Disponible en <https://www.ajol.info/index.php/njt/article/view/123538>. ISSN: 2467-8821.
5. **JACKSON, Emmanuel; AKOMAH, Benjamin.** *Analysis of the Compressive Strength of Concrete with Quarry Dust, Sand and Mixture of Them as Fine Aggregates*. International Journal of Architecture [en línea]. Diciembre 2018, vol. 7, no 4. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2023]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.7492/IJAEC.2018.022> ISSN: 1537-744X.
6. **BALDOCEDA, Josue; VEGA, Daniel.** *Diseño de concreto de alta densidad reforzado con escoria de cobre para atenuar la transmisión de la radiación ionizante*. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2019. Disponible en <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2737>.
7. **PACCO, Juan.** *Efecto de la adición de cal en la resistencia a la compresión de un concreto*. Tesis (Pregrado en Ingeniería Topográfica y Agrimensura). Puno: Universidad Nacional del Altiplano. Puno, 2016. Disponible en <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3219900>.
8. **MELGAREJO, Clenin.** *Influencia de la escoria al producir concreto permeable en pavimentos urbanos de la ciudad de Pasco – distrito de Yanacancha – 2019*. Tesis [Pregrado en Ingeniería Civil]. Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2019.
9. **CARRASCO, Luis; MARTÍNEZ, Deiby.** *Determinación del porcentaje óptimo de escoria de acerías en la mejora de la resistencia a la compresión y al ataque de cloruros del concreto de alto desempeño*. Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2019.
10. **PAJUELO, Luciano.** *Resistencia del concreto con cemento sustituido por la combinación de cal (en 0 %, 10 % y 12 %) y arcilla (en 0 %, 7 % y 9 %)*. Tesis (Pregrado

- en Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad San Pedro, 2018. Disponible en [http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/10409/Tesis\\_59558.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/10409/Tesis_59558.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
11. **FERNÁNDEZ, Álvaro.** *Mezclas ternarias en el desarrollo de materiales base cemento con un bajo impacto ambiental.* Tesis (Doctorado). Madrid, Universidad Autónoma de Madrid, 2016. Disponible en [https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/677071/fernandez\\_perez\\_alvaro.pdf?sequence=1](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/677071/fernandez_perez_alvaro.pdf?sequence=1).
  12. **SOTO IZQUIERDO et al.** *Propiedades físicas y mecánicas del hormigón usando polvo residual de desechos orgánicos como reemplazo parcial del cemento.* Revista Ingeniería de Construcción [en línea]. Octubre 2018, 33(3) [Fecha de consulta: 15 de abril de 2023]. Disponible en [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732018000300229&script=sci\\_abstract](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732018000300229&script=sci_abstract). ISSN 0718-5073.
  13. **SILVA, Yimmy et al.** *Optimización de la resistencia a compresión usando un diseño de mezcla de vértices extremos, en concretos ternarios basados en residuo de mampostería y cal hidratada.* Rev.EIA.Esc.Ing.Antioq [en línea]. Enero-junio, 2019, 16(31). Disponible en <https://doi.org/10.24050/reia.v16i31.1177>. ISSN 1794-1237.
  14. **CÁRDENAS, Jhon et al.** *Comportamiento mecánico de sistemas cementantes ternarios (cemento Portland - ceniza volante - escoria de alto horno).* Revista de LatinAm, Metal Mat [en línea]. Marzo 2016, 36(2). [Fecha de consulta: 15 de abril de 2023]. Disponible en [https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0255-69522016000200009&script=sci\\_abstract](https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0255-69522016000200009&script=sci_abstract). ISSN 0255-6952.
  15. **GUTIÉRREZ et al.** *Obtención y caracterización de geopolímeros sintetizados a partir de la escoria granulada de alto horno como uso alternativo del cemento Portland.* 2017.
  16. **HERNÁNDEZ.** *Materiales orgánicos e inorgánicos.* 2012. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2023]. Disponible en <https://todoingenieriaindustrial.wordpress.com/propiedad-de-los-materiales/1-4-materiales-organicos-e-inorganicos/>.
  17. **REGAL, Alberto.** *Materiales de construcción.* 1984. Lima: [Fecha de consulta: 15 de abril de 2023]. Disponible en <https://es.slideshare.net/JudithJeidyAtalayaRimac/materiales-deconstruccionalbertoregal>.
  18. **CASTELLANO, Cristina.** *Activación física y térmica de la escoria granulada de alto horno.* Tesis (Maestría en Tecnología y Construcciones de Hormigón). Buenos Aires: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires 2011. Disponible en <https://www.fio.unicen.edu.ar/images/stories/carreras/posgrado/hormigon/tesis/tesiscastellano.pdf>.
  19. **CALLEJA, José.** *Escorias y cementos siderúrgicos. Materiales de construcción.* [en línea]. Junio, 1982, 32(186). [Fecha de consulta: 15 de abril de 2023]. Disponible en

- <https://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/1024>. ISSN 0465-2746.
20. **PACHECO, Verónica.** *Influencia de la CVmx y CBCst en algunas propiedades de concretos ternarios.* Tesis (Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales). Instituto Politécnico Nacional, 2021.  
[http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx/jspui/bitstream/LITER\\_CIIDIROAX/509/1/Pacheco%20Hern%C3%A1ndez%20A.%20V.%20%282021%29.pdf](http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx/jspui/bitstream/LITER_CIIDIROAX/509/1/Pacheco%20Hern%C3%A1ndez%20A.%20V.%20%282021%29.pdf).
  21. **GARCÍA, Jimmy; SOBRADOS, Koky.** *Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional mediante sustitución parcial del cemento por polvo de carbón mineral antracita, Trujillo 20151.* Tesis (Ingeniería Civil). Lima: Universidad Privada del Norte, 2016. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/31890>.
  22. **VALENCIA, Plinio; QUINTANA, Cristian.** *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12 % y 14 %.* Tesis (Ingeniería Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2016. Disponible en <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/6378/5/Trabajo%20de%20grado%20Fibra%20de%20Acero.pdf>.
  23. **HAMAD, Bilal.** *Investigations of chemical and physical properties of white cement concrete. Advanced Cement Based Materials.* Julio, 1995, 2(4). [Fecha de consulta: 15 de abril de 2023]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1065735595900179>. ISSN: 1065-7355.
  24. **MADHKHAN, M.; AZIZKHANI, R.; TORKI, M.** *Effects of pozzolans together with steel and polypropylene fibers on mechanical properties of RCC pavements.* Construction and Building Materials [en línea]. Enero, 2012, 26(1). [Fecha de consulta: 15 de abril de 2023]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061811002480>. ISSN: 0950-0618.
  25. **ABANTO, Flavio.** *Tecnología del concreto.* (2.a ed.). Lima: Editorial San Marcos E. I. R. L., 2009, p. 244. ISBN: 978-612-302-060-6.
  26. **JIMÉNEZ, Geoffrey.** *Resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la adición de diferentes porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar, UPNC 2016.* Tesis (Pregrado en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Privada del Norte, 2016. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/9982>.
  27. **APAYCO, Amelia; CARHUARICHA, Aaron; RAMOS, Jeysson; SALAZAR, Henry; VERA, Héctor.** *Ensayos de laboratorio: «Concreto en estado fresco».* Ensayo (Ingeniería Civil). Lima: Universidad Privada del Norte, 2016. Disponible en <https://es.slideshare.net/HctorEliasVeraSalvad/ensayos-de-laboratorio-concreto-en-estado-fresco>.
  28. **CRUZ, Alberth.** *Comparación de la resistencia mecánica a la compresión del concreto*

- elaborado con residuos de mármol*. Tesis (Ingeniería Civil). Huánuco: Universidad de Huánuco, 2017. Disponible en <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/646;jsessionid=C2F2E0D5A007EBC1054FAF4AF2E16EAF>.
29. **MEDDAH, Mohammed; LMBACHIYA, Mukesh; DHIR, Ravindra**. *Potential use of binary and composite limestone cements in concrete production*. Construction and Building Materials [en línea]. Mayo 2014, vol. 58. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2023]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061813011689>.
30. **ESCALANTE, Dayvis**. *Análisis comparativo de resistencia a compresión y permeabilidad de concreto poroso adicionado con fibras de vidrio con agregados de la cantera de Huancahupa con respecto a un concreto poroso de agregado fino – Huánuco, 2018*. Tesis (Ingeniería Civil). Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán, 2019. Disponible en <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/4922>.
31. **SALIS, Bequer**. *Influencia del contenido de aire en concretos porosos con agregados de la cantera Yanag - Huánuco, 2016*. Tesis (Ingeniería Civil). Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán, 2016. Disponible en <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/1532>.
32. **Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (Indecopi) (Perú)**. *NTP 400.037: Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. Lima: 2014. 26 pp.
33. **BORDA**. *Determinación de la resistencia a la flexión del concreto*. 2013. Bolivia: [Fecha de consulta: 15 de abril de 2023]. Disponible en <https://es.slideshare.net/Osito2109/informe-24823874>.
34. **OGAH, Obam**. *Effect of curing methods on the compressive strength of concrete*. International Journal of Engineering and Computer Science [en línea]. 2016, 5(2). [Fecha de consulta: 15 de abril de 2023]. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/305216416\\_Effect\\_of\\_Curing\\_Methods\\_on\\_the\\_Compressive\\_Strength\\_of\\_Concrete](https://www.researchgate.net/publication/305216416_Effect_of_Curing_Methods_on_the_Compressive_Strength_of_Concrete).
35. **PASQUEL, Enrique**. *Tópicos de Tecnología de concreto*. (2.a ed.). Lima: Enrique Pasquel Carbajal, 1998, p. 399. ISBN: 978-612-4373-70-1.
36. **HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos; BAPTISTA, Pilar**. *Metodología de la investigación*. (6.a ed.). México: McGraw-Hill, 2014, p. 634. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
37. **CHÁVEZ, Nilda**. *Introducción a la investigación educativa*. Maracaibo: Gráfica González, 2007, p. 325. ISBN: 980-295-068-8.
38. **ARIAS, Fidias**. *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica*.

- (6.a ed.). Caracas: Editorial Episteme, C. A., 2012, p. 146. ISBN: 980-07-8529-9.
39. **Rodríguez.** *Rodríguez*. 2005.

## **ANEXOS**

**Anexo 1**  
**Matriz de consistencia**

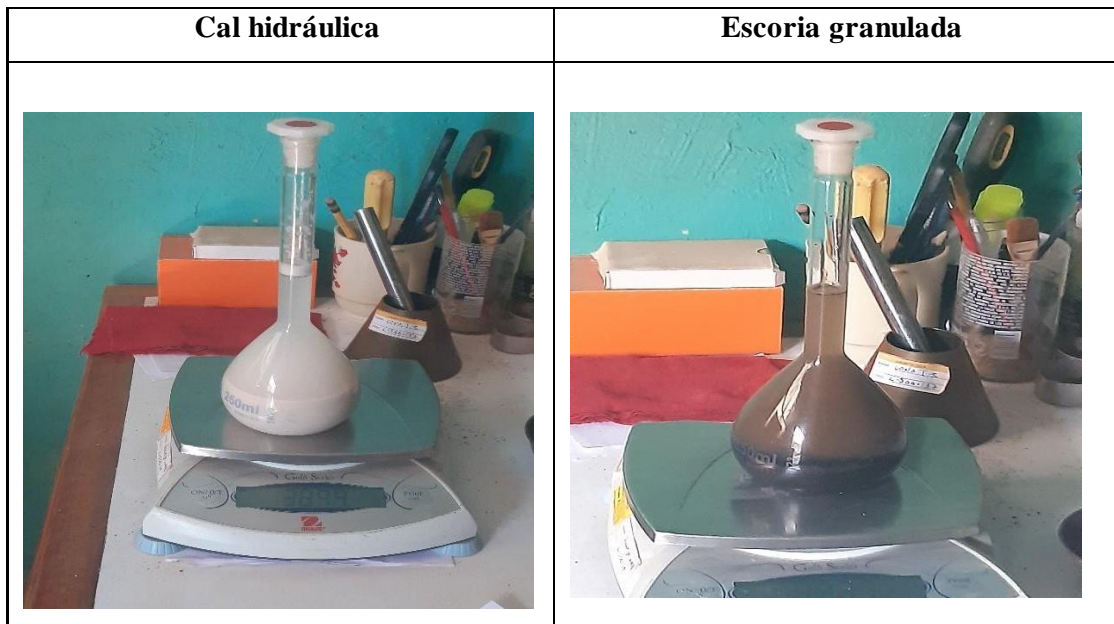
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	FORMULACIÓN DEL OBJETIVO	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿Cuánto varía las propiedades físicas y mecánicas del concreto temario modificados con materiales Inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto temario modificados con materiales Inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>Las propiedades físicas y mecánicas del concreto temario modificado con materiales Inorgánicos varía significativamente, Huancayo, región Junín, 2021.</p>	<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <p>Propiedades físicas y mecánicas de concreto temario (X)</p>	<p>D1: Consistencia</p> <p>D2: Contenido de aire</p> <p>D3: Resistencia a compresión</p> <p>D4 Resistencia a flexión</p>	<p>I1: Alta (3" – 4") I2: Media (2" – 3") I3: Baja (1" – 2")</p> <p>I1: Alta (2.5% - 3%) I2: Media (1.5% -2%) I3: Baja (0.50% - 1%)</p> <p>I1: A 3 días I2: A 7 días I3: A 14 días I4: A 28 días</p> <p>I1: A 3 días I2: A 7 días I3: A 14 días I4: A 28 días</p>	<p><b>MÉTODO:</b> Científico.</p> <p><b>TIPO:</b> Aplicada.</p> <p><b>NIVEL:</b> Explicativo.</p> <p><b>DISEÑO:</b> Experimental puro.</p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECIFICACIONES</b></p> <p>¿Cuánto varía la consistencia del concreto temario modificados con materiales Inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021?</p> <p>¿Cuánto cambia el contenido de aire del concreto temario modificados con materiales Inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021?</p> <p>¿Cuánto varía la resistencia a compresión del concreto temario modificados con materiales Inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021?</p> <p>¿Cuánto cambia la resistencia a flexión del concreto temario modificados con materiales Inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021?</p> <p>¿Cuál es el cambio del diseño de mezcla base, entre el diseño de mezcla con adición de material Inorgánico, Huancayo, región Junín, 2021?</p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>Estimar la variación de la consistencia del concreto temario modificados con materiales Inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021.</p> <p>Cuantificar el cambio del contenido de aire del concreto temario modificados con materiales Inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021.</p> <p>Especificar la variación de la resistencia a compresión del concreto temario modificados con materiales Inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021.</p> <p>Calcular el cambio de la resistencia a flexión del concreto temario modificados con materiales Inorgánicos, Huancayo, región Junín, 2021.</p> <p>Determinar el cambio del diseño de mezcla base, entre el diseño de mezcla con adición de material Inorgánica, Huancayo, región Junín, 2021.</p>	<p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <p>La consistencia del concreto temario modificado con materiales Inorgánicos varía significativamente, Huancayo, región Junín, 2021.</p> <p>El contenido de aire del concreto temario modificado con materiales Inorgánicos cambian significativamente, Huancayo, región Junín, 2021.</p> <p>La resistencia a compresión del concreto temario modificado con materiales Inorgánicos varía significativamente, Huancayo, región Junín, 2021.</p> <p>La resistencia a flexión del concreto temario modificado con materiales Inorgánicos varía significativamente, Huancayo, región Junín, 2021.</p> <p>El diseño de mezcla base y el diseño de mezcla con adición de material Inorgánica cambia significativamente, Huancayo, región Junín, 2021.</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <p>Materiales Inorgánicos (Y)</p>	<p>D1: Cal hidráulica</p> <p>D2: Escoria granulada</p>	<p>I1: Peso específico I2: Granulometría I3: Dosificación</p> <p>I1: Peso específico I2: Granulometría I3: Dosificación</p>	<p><b>POBLACIÓN:</b> 96 probetas para el ensayo a compresión y 96 vigas para ensayo a flexión.</p> <p><b>MUESTRA:</b> 4 diferentes diseños de mezclas, 48 probetas para el ensayo a compresión y 48 probetas para ensayo a flexión.</p> <p><b>TÉCNICA:</b> Observación teórica.</p> <p><b>INSTRUMENTOS:</b> Experimentos de laboratorio</p>

**Anexo 2**  
**Panel fotográfico**

1. Ensayo de peso específico y absorción

**Descripción:**

Comprende el ensayo de peso específico de los dos materiales inorgánicos (cal hidráulica y escoria granulada).



## 2. Selección de los agregados

### Descripción:

Comprende en el cuarteo de los agregados, para poder hallar las propiedades físicas de los agregados y con lo cual se realizó el diseño de mezcla de concreto ternario.

Agregado fino	Agregado grueso
	

### 3. Ensayo de peso unitario compactado y suelto

#### Descripción:

Comprende en realizar el ensayo de peso unitario compactado y suelto de los agregados.

Peso del recipiente	Agregado grueso
 A red metal bucket is placed on a digital scale. The scale has a green display and a keypad with numbers 0-9 and function keys M1-M6. The bucket is positioned on the scale's platform, and the scale is resting on a wooden surface.	 A person is kneeling on the ground, using a shovel to fill a red bucket with coarse aggregate material. The ground is covered with a layer of aggregate, and there are some bags and a blue tarp nearby.

#### 4. Ensayo de peso específico y absorción de los agregados

##### **Descripción:**

Comprende en realizar los ensayos para poder determinar los pesos específicos y absorción de los agregados (agregado fino y grueso).

Lavado de los agregados	Secado de los agregados
 A person is shown washing aggregate in a metal sieve. The sieve is held over a bucket of water, and the aggregate is being poured through it. The water is being collected in the bucket. The person's hands are visible, holding the sieve and the bucket.	 Two metal sieves are placed on a gas stove. The sieve on the left contains coarse aggregate, and the sieve on the right contains fine aggregate. The sieves are being heated on the stove to dry the aggregate.

## 5. Peso de los materiales inorgánicos

### Descripción:

Comprende el pesado de los materiales inorgánicos (cal hidráulica y escoria granulada), para el diseño de mezcla del concreto ternario.

Cal hidráulica	Escoria granulada
	

## 6. Diseño de mezcla del concreto ternario y ensayo de asentamiento

### Descripción:

Comprende el diseño de mezcla de concreto ternario y el método de ensayo para la medición del asentamiento con el cono de Abrams. Asimismo, este ensayo se realizó sin incorporación de los materiales inorgánicos en un diseño patrón.

Diseño de mezcla	Asentamiento del cono
	

## 7. Diseño de mezcla del concreto ternario y ensayo de asentamiento

### Descripción:

Comprende el diseño de mezcla de concreto ternario y el método de ensayo para la medición del asentamiento con el cono de Abrams. Asimismo, este ensayo se realizó con incorporación de los materiales inorgánicos de 2 % escoria granulada + 3 % cal hidráulica + 95 % cemento Portland.

Diseño de mezcla	Asentamiento del cono
	
<p><i>Fotografía tomada por el área técnica</i></p>	

## 8. Diseño de mezcla del concreto ternario y ensayo de asentamiento

### Descripción:

Comprende el diseño de mezcla de concreto ternario y el método de ensayo para la medición del asentamiento con el cono de Abrams. Asimismo, este ensayo se realizó con incorporación de los materiales inorgánicos de 3 % escoria granulada + 2 % cal hidráulica + 95 % cemento Portland.



## 9. Diseño de mezcla del concreto ternario y ensayo de asentamiento

### Descripción:

Comprende el diseño de mezcla de concreto ternario y el método de ensayo para la medición del asentamiento con el cono de Abrams. Asimismo, este ensayo se realizó con incorporación de los materiales inorgánicos de 5 % escoria granulada + 5 % cal hidráulica + 90 % cemento Portland.

Diseño de mezcla	Asentamiento del cono
	

## 10. Desencofrado de las probetas

### Descripción:

Comprende el desencofrado de las probetas para poder ser curadas y roturadas en los 3, 7, 14 y 28 días.


### Desencofrado de las probetas



## 11. El curado de probetas

### Descripción:

Comprende el curado de las probetas, de igual modo, las probetas después de realizar los ensayos de compresión y flexión.

Curado de probetas	Rotura de probetas
	

### Anexo 3

#### Datos específicos del cal hidráulica y escoria granulada

#### Gravedad específica de cal hidráulica

(Norma AASHTO T-84, T-85)

<b>Laboratorio Mecánica de suelos, concretos y pavimentos</b>	
<b>Tesis</b>	<b>: Propiedades físicas y mecánicas de concreto ternario modificados con materiales Inorganicos, Huancayo, Junín 2021</b>
<b>Cantera</b>	<b>: Marabamba</b>
<b>Fecha</b>	<b>: 30 de mayo del 2022</b>

<b>Material inorgánico</b>
----------------------------

A	Peso muestra seca al horno (gr)	69.3				
B	Peso frasco lleno con agua (gr)	350.3				
C	Peso frasco con muestra y agua (gr)	389.9				
D	Peso material saturado superficie seca	75.5				
E	(gr)					
F	Vol. De sólidos + Vol. De vacíos (B+D-C)	35.9				PROMEDIO
	Vol. de sólidos (B+A-C)	29.7				
	Pe bulk ( Base seca ) = A/E	1.930				<b>1.930</b>
	Pe bulk ( Base saturada ) = D/E	2.103				<b>2.103</b>
	Pe Aparente) = A/F	2.333				<b>2.333</b>
	% de absorción = (( D-A ) /A * 100 )	8.9				<b>8.947</b>

## Gravedad específica de escoria granulada

(Norma AASHTO T-84, T-85)

<b>Laboratorio Mecánica de suelos, concretos y pavimentos</b>	
<b>Tesis</b>	<b>: Propiedades físicas y mecánicas de concreto ternario modificados con materiales Inorgánicos, Huancayo, Junín 2021</b>
<b>Cantera</b>	<b>: Oroya</b>
<b>Fecha</b>	<b>: 30 de mayo del 2022</b>

<b>Material inorgánico</b>
----------------------------

A	Peso muestra seca al horno (gr)	186.7			
B	Peso frasco lleno con agua (gr)	350.3			
C	Peso frasco con muestra y agua (gr)	483.5			
D	Peso material saturado superficie seca	186.9			
E	(gr)				
F	Vol. de sólidos + Vol. De vacíos (B+D-C)	53.7			PROMEDIO
	Vol. de sólidos (B+A-C)	53.5			
	Pe bulk ( Base seca ) = A/E	3.477			<b>3.477</b>
	Pe bulk ( Base saturada ) = D/E	3.480			<b>3.480</b>
	Pe Aparente) = A/F	3.490			<b>3.490</b>
	% de absorción = (( D-A ) /A * 100 )	0.1			<b>0.107</b>

## Anexo 4 Validación de instrumento de diseño de investigación



**UNIVERSIDAD CONTINENTAL**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
E.A.P. de Ingeniería Civil

### DISEÑO DEL INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del Informante: *ALACOTE QUICANO, LUIS*  
 1.2. Cargo e Institución donde labora: *ESPECIALISTA EN CONTROL Y SEGUIMIENTOS DE PROYECTOS*  
 1.3. Nombre del Instrumento: *"Propiedades Físicas y Mecánicas de Concreto Ternario..."*  
 1.4. Autor del Instrumento: *bach. Víctor J. CIRIACO SOLÍS - bach. Katty O. CORNEJO CHACON*

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE 00 - 20%	REGULAR 21 - 40%	BUENO 41- 60%	MUY BUENO 61 - 80%	EXCELENTE 81 - 100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado				✓	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables				✓	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia				✓	
4. Funcionalidad	El instrumento evidencia aportes para los objetivos de la investigación					✓
5. Suficiente	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					✓
6. Intencionalidad	Adecuado para mejora y las actitudes respecto a la conservación del medio					✓
7. Consistencia	Basados en aspectos científicos, experimentales y teóricos				✓	
8. Coherencia	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación					✓
9. Metodología	La estrategia responde al propósito de la Investigación					✓

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

.....

.....

**IV. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN:**

90.00%

*J. A. HUANGA, 06 OCTUBRE 2023*  
Lugar y Fecha

  
**Luis ALACOTE QUICANO**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP. N° 59476**

Firma del Experto Informante

DNI. N°: *08391805*  
Teléfono N°: *960891294*

**DISEÑO DEL INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL  
INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**
**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del Informante: **MORALES CUELLAR ABEL MOISÉS**  
 1.2. Cargo e Institución donde labora: **SUB GERENTE PUHC - MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DANIEL ALCÍZES CARRIÓN**  
 1.3. Nombre del Instrumento: **"Propiedades físicas y mecánicas de concreto Ternario..."**  
 1.4. Autor del Instrumento: **Bach. Víctor J. CIRIACO SOLÍS - Bach. Katty O. CORNEJO CHACÓN**

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE 00 - 20%	REGULAR 21 - 40%	BUENO 41 - 60%	MUY BUENO 61 - 80%	EXCELENTE 81 - 100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado				✓	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables				✓	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia			✓		
4. Funcionalidad	El instrumento evidencia aportes para los objetivos de la investigación					✓
5. Suficiente	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				✓	
6. Intencionalidad	Adecuado para mejora y las actitudes respecto a la conservación del medio			✓		
7. Consistencia	Basados en aspectos científicos, experimentales y teóricos				✓	
8. Coherencia	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación					✓
9. Metodología	La estrategia responde al propósito de la Investigación				✓	

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

**APLICAR RELACIÓN ENTRE LOS COMPONENTES DE LAS VARIABLES PARA LA CORRELACIÓN**

**IV. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN:** 80%

**YANAHUANCA, 06 DE OCTUBRE DEL 2023**

Lugar y Fecha

  
**Abel Moisés MORALES CUELLAR**  
**INGENIERO CIVIL**  
**C.I.P. 311133**

Firma del Experto Informante

DNI. Nº: **41808544**  
 Teléfono Nº: **951097674**

**DISEÑO DEL INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL  
INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**
**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del Informante: **YABAR BECERRA WALTER**  
 1.2. Cargo e Institución donde labora: **Supervisor, Municipalidad Provincial F. DANIEL ALCIDES CORTÉS**  
 1.3. Nombre del Instrumento: **"Propiedades Físicas y Mecánicas de Concreto Ternario..."**  
 1.4. Autor del Instrumento: **Bach. Víctor J. CIRIACO SOLÍS - Bach. Katty O. CORNEJO CHACÓN**

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE 00 - 20%	REGULAR 21 - 40%	BUENO 41 - 60%	MUY BUENO 61 - 80%	EXCELENTE 81 - 100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado					✓
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables				✓	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia				✓	
4. Funcionalidad	El instrumento evidencia aportes para los objetivos de la investigación					✓
5. Suficiente	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				✓	
6. Intencionalidad	Adecuado para mejora y las actitudes respecto a la conservación del medio				✓	
7. Consistencia	Basados en aspectos científicos, experimentales y teóricos				✓	
8. Coherencia	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación					✓
9. Metodología	La estrategia responde al propósito de la Investigación				✓	

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

.....  
 .....

**IV. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN:** 85%

*Yabar Becerra*  
 06. Octubre 2022  
 Lugar y Fecha

*W. Yabar*  
  
 WALTER YABAR BECERRA  
 INGENIERO CIVIL  
 SUPLENTE 68374  
 SUPERVISOR  
 Firma del Experto Informante

DNI. N°: 23848830  
 Teléfono N°: 734888011

**DISEÑO DEL INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL  
INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**
**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del Informante: **ING. MANCO MONTAÑO ALEX BRERSON**  
 1.2. Cargo e Institución donde labora: **SUB GERENTE OBRAS PUBLICAS**  
 1.3. Nombre del Instrumento: **"Propiedades Físicas y Mecánicas de Concreto Terrario..."**  
 1.4. Autor del Instrumento: **Bach. Víctor J. GIRIACO SOLIS - Bach. Katty O. CORNEJO CHACON**

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE 00 - 20%	REGULAR 21 - 40%	BUENO 41 - 60%	MUY BUENO 61 - 80%	EXCELENTE 81 - 100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado				✓	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables					✓
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia					✓
4. Funcionalidad	El instrumento evidencia aportes para los objetivos de la investigación					✓
5. Suficiente	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					✓
6. Intencionalidad	Adecuado para mejora y las actitudes respecto a la conservación del medio				✓	
7. Consistencia	Basados en aspectos científicos, experimentales y teóricos				✓	
8. Coherencia	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación				✓	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito de la Investigación					✓

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

.....  
 .....

**IV. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN:** 85%
PASCO 06, DE OCTUBRE DEL 2023

Lugar y Fecha



CIP: 252224

Firma del Experto Informante

 DNI. N°: 24180301  
 Teléfono N°: 930 722 063

**Anexo 5**  
**Certificados de calibración de equipos**

**METROTEC**

**METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LF - 305 - 2021**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

Página 1 de 3

1. Expediente	210765	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORTEC E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr.Tarma Nro.101 - Huanuco - Huanuco - HUANUCO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	2000 kN	METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Marca	A&A Instruments	
Modelo	STYE-2000	
Número de Serie	130204	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	MC	
Modelo	LM-02	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0,01 / 0,1 kN (*)	
5. Fecha de Calibración	2021-12-29	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-12-29



Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego , SMP, LIMA  
Telf: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com  
metrologia@metrologiatecnicas.com  
www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LF - 305 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza*

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza. " - Julio 2005.

**7. Lugar de calibración**

Las instalaciones del cliente.  
 Talma Nro.101 - Huanuco - Huanuco - HUANUCO

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	24,0 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	48 % HR	48 % HR

**9. Condiciones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-187747 / 2020-195857	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-024-21A

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- Se realizó la calibración hasta el 90 % debido a que el equipo no llega a su capacidad máxima.
- (\*) La resolución del Indicador es 0,01 kN para lecturas menores a kN y 0,1 kN para lecturas fuera de este rango.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 305 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerzas

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_1$ (kN)	$F_1$ (kN)	$F_2$ (kN)	$F_3$ (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)
10	100,0	99,6	99,3	100,7	99,9
20	200,0	198,5	198,2	200,4	199,0
30	300,0	298,5	297,3	299,4	298,4
40	400,0	397,4	396,2	399,4	397,6
50	500,0	497,5	496,3	499,2	497,7
60	600,0	597,3	595,6	598,5	597,1
70	700,0	697,5	695,7	698,7	697,3
80	800,0	796,6	795,7	798,8	797,0
90	900,0	897,2	895,8	899,1	897,4
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo $F$ (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $q$ (%)	Repetibilidad $d$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $a$ (%)	
100,0	0,14	1,47	—	0,01	1,03
200,0	0,49	1,13	—	0,01	1,03
300,0	0,54	0,69	—	0,00	1,03
400,0	0,59	0,81	—	0,00	1,03
500,0	0,47	0,57	—	0,00	1,03
600,0	0,48	0,48	—	0,00	1,03
700,0	0,39	0,44	—	0,00	1,03
800,0	0,37	0,38	—	0,00	1,03
900,0	0,29	0,36	—	0,00	1,03

MAXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $\epsilon_0$ )	0,00 %
--	--------

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

### Anexo 6

Diseño de mezcla para concreto ternario  $F'c = 175\text{kg/cm}^2$



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

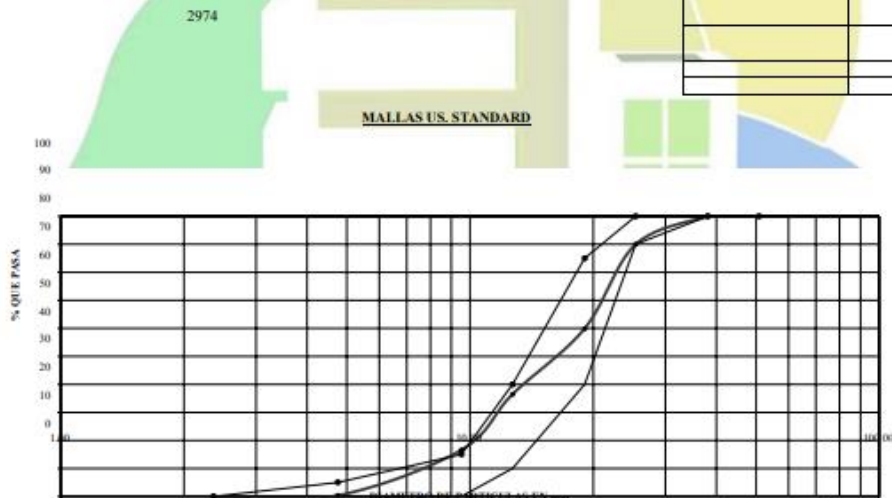


<b>OBRA</b>	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGANICO, HUANCAYO, JUNIN 2021
<b>SOLICITA</b>	HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN
<b>CANTERA</b>	MARABAMBA
<b>FECHA</b>	30 DE MAYO DEL 2022

#### Análisis granulométrico por tamizado

##### AGREGADO GRUESO

Tamiz N°	Diámetro (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo
3"	76.200				ASTM C 33-6	Módulo de finiza
2 1/2"	63.500					Tamaño máximo nominal
2"	50.800				100	100
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.400	296.30	9.96	90.04	90	100
3/4"	19.050	896.30	30.14	69.86	40	85
1/2"	12.700	695.80	23.40	76.60	10	40
3/8"	9.525	592.00	19.91	80.09	0	15
4"	4.750	482.00	16.21	83.79	0	5
8"	2.360	12.00	0.40	99.60	0	0



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
P.E. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO FLUIDO F<sup>cr</sup> C = 175kg/Cm<sup>2</sup>**

OBRA : PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGANICO, HUANCAYO, JUNIN  
2021

SOLICITA : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

FECHA : 30 DE MAYO DEL 2022

CANTERA : MARABAMBA PATRON

**I- DATOS PARA EL CÁLCULO DEL DISEÑO DE MORTERO**

	f <sup>cr</sup>	175		
	slup	3" - 4"		
ENSAYO FISICO	Agrc. Grueso	Agrc. Fino		
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1			
MÓDULO DE FINZA	-	2.68		
PESO UNITARIO SUELO	1268.0	1417.6		
PESO UNITARIO COMPACTADO	1446.4	1574.3		
PESO ESPECÍFICO	2.515	2.610		
% DE ABSORCIÓN	0.160	0.67		
HUMEDAD	1.50	0.7		
PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO	3.11			
ADICIONES ESPECIALES A DE ADITIVOS	DENSIDAD	DOSIS	MARCA	PRODUCTO
ADITIVO PLASTIFICANTE EUCO 800 (% peso de cemento )	2.33		CAL	
ADITIVO INCORPORADOR (% peso de cemento )	3.49		ESCOREA	
ADICIONES ESPECIALES A DE ADITIVOS	PESO KG	VOLUMEN Lt	VOLUMEN m <sup>3</sup>	
ADITIVO PLASTIFICANTE EUCO 800 (% peso de cemento )	0.0000	0.0000	0.0000	
ADITIVO INCORPORADOR (% peso de cemento )	0.000	0.0000	0.0000	

Se calculará las proporciones de los materiales integrantes de una mezcla de concreto a ser empleada en la Obra.

Las especificaciones de obra indican:

**2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:**

f<sup>cr</sup> 175 +/-

75

250

**3- CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA**

agua en litros = Lt

193

**4- CONTENIDO DE AIRE EN %**

APORTE DE LAS AGUAS	APORTE DEL ADITIVO	TOTAL DE AIRE
1.5	0.0	1.5

**5- RELACIÓN AGUA CEMENTO**

A/C = 0.620



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
P.E.C. LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**6- FACTOR CEMENTO P<sub>c</sub>175**

A/C= 7.32

C= :

C= kg.

**7- AGREGADO GRUESO**

1446 X 0.69 = 998 kg

**8- VOLÚMENES ABSOLUTOS**

	en peso kg.	en volumen
Cemento	311	0.10009 M <sup>3</sup>
Agua	193	0.19300 M <sup>3</sup>
Aire	1.5	0.01500 M <sup>3</sup>
Agr. Grueso	998	0.39682 M <sup>3</sup>
CAL	0.000	0.00000 M <sup>3</sup>
ESCOREA	0.000	0.00000 M <sup>3</sup>
suma de valores		0.7049 M <sup>3</sup>

volumen del Agr. Fino  = 0.7049 M<sup>3</sup>

volumen del Agr. Fino 0.2951 M<sup>3</sup>

peso del Agr. Fino 770 kg

**9- DISEÑO SECO**

	en kg.
Cemento	311 kg
Agua	193 kg
Agr. Grueso	998 kg
Agr. fino	770 kg
CAL	0.00 kg
ESCOREA	0.00 kg
suma de valores	2272 kg

**10- CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Agr. Grueso	<input type="text" value="1013"/> kg
Agr. fino	<input type="text" value="776"/> kg

**11- AGUA EFECTIVA**

aporte Ag. Grueso	<input type="text" value="-13.37"/>
aporte de Ag. Fino	<input type="text" value="-0.23"/>
aporte total de agua	<input type="text" value="-13.60"/>
Agua efectiva .....	<input type="text" value="207"/>

53.66

0.566 piedra  
0.434 arena

**12- DISEÑO HUMEDO x M3**

Cemento kg kg	<input type="text" value="311"/>
Agua kg kg	<input type="text" value="207"/>
Agr. Grueso kg kg	<input type="text" value="1013"/>
Agr. fino kg kg	<input type="text" value="776"/>
CAL kg kg	<input type="text" value="0.00"/>
ESCOREA kg kg	<input type="text" value="0.00"/>
	<input type="text" value="2306"/> kg

<input type="text" value="9.34"/>
<input type="text" value="6.20"/>
<input type="text" value="30.39"/>
<input type="text" value="23.27"/>
<input type="text" value="0.00"/>
<input type="text" value="0.00"/>



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



Elió Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**13- PROPORCIÓN EN PESO**

Fc175

	Pie3/Saco	Pie3
Cemento	1	Pie3
Agr. Grueso	3.2	Pie3
Agr. fino	2.5	Pie3
Agua	28.2	Lt/saco
CAL	0.000	Lt/saco
ESCOREA	0.000	Lt/saco

**14- PROPORCIÓN POR TANDA DE UN SACO**

Cemento	42.5	kg/saco
Agr. Grueso	136.3	kg/saco
Agr. fino	105.2	kg/saco
Agua	28.2	Lt/saco
CAL	0.000	Lt/saco
ESCOREA	0.000	Lt/saco

**15- RELACIÓN DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO**

Relación A/C de diseño	0.620
Relación A/C efectiva	0.664





Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
REC. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

## Anexo 7 Ensayos realizados

	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA HIDRÁULICA A&amp;A INSTRUMENTY 2000</b>	
---	---	---

OBRA : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGANICO, HUANCAYO, JUNIN 2021

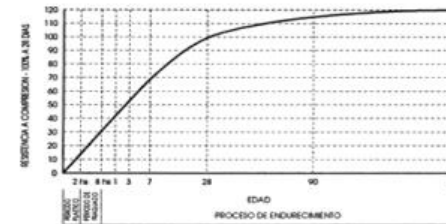
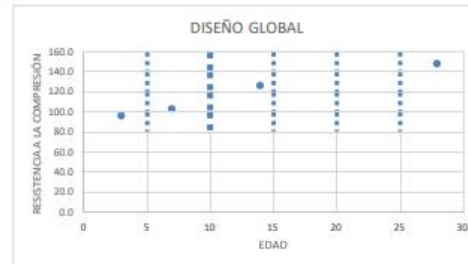
UBICACIÓN : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

FECHA : JUNIO DEL 2022

TRATAMIENTO : CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)

TESISTA : BACH. KATTY CORNEJO CHACON / BACH. JHONATAN CIRIACO SOLIS

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c (KG/CM2)	% de F'c
CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	02/06/22	05/06/22	3	15.1	179.08	175	295.48	30130	<b>168.25</b>	96.1
CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	02/06/22	09/06/22	7	15.0	176.72	175	311.35	31748	<b>179.66</b>	102.7
CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	02/06/22	16/06/22	14	15.1	179.08	175	387.5	39513	<b>220.65</b>	126.1
CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	02/06/22	30/06/22	28	15.0	176.72	175	448.8	45764	<b>258.97</b>	148.0



**OBSERVACIONES**

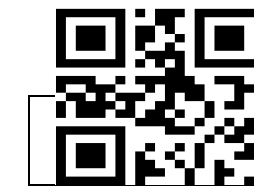
Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.

  
  
**Ing. Rider Cajalón Jaramillo**  
 CIP N° 169667

  
  
**Elio Augusto Saavedra C.**  
 JEC LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN  
PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F<sub>c</sub>) -  
Prensa HIDRÁULICA A&A INSTRUMENTY 2000**



**TESIS** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGÁNICOS, HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN, 2021

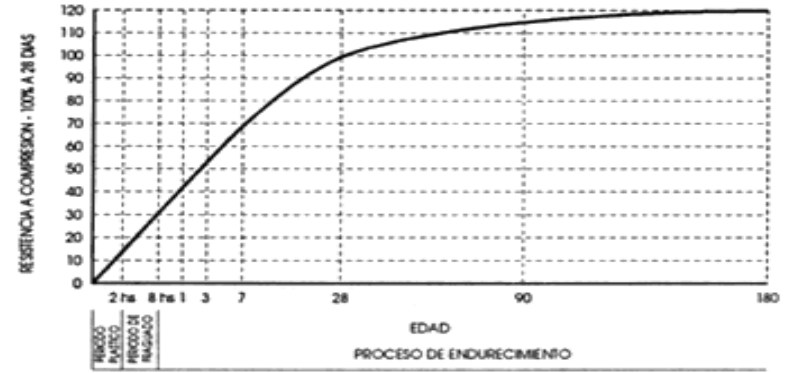
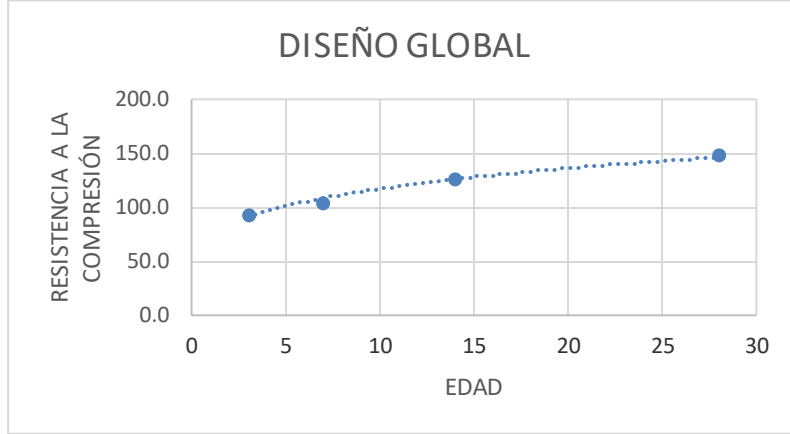
**UBICACIÓN** : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

**FECHA** : JUNIO DEL 2021

**TRATAMIENTO** : CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)

**TESISTA** : BACH. KATTY CORNEJO CHACON / BACH. JHONATAN CIRIACO SOLIS

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F <sub>c</sub> (KG/CM <sup>2</sup> )	% de F <sub>c</sub>
CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	23/06/21	26/06/21	3	15.1	179.08	175	286.3	29194	<b>163.02</b>	93.2
CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	23/06/21	30/06/21	7	15.0	176.72	175	315.2	32141	<b>181.88</b>	103.9
CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	23/06/21	07/07/21	14	15.1	179.08	175	385.6	39320	<b>219.57</b>	125.5
CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	23/06/21	21/07/21	28	15.0	176.72	175	452.3	46121	<b>260.99</b>	149.1



**OBSERVACIONES**

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN  
PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) -  
Prensa Hidráulica A&A Intrumen Stye 2000**



**TESIS** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGÁNICOS, HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN, 2021

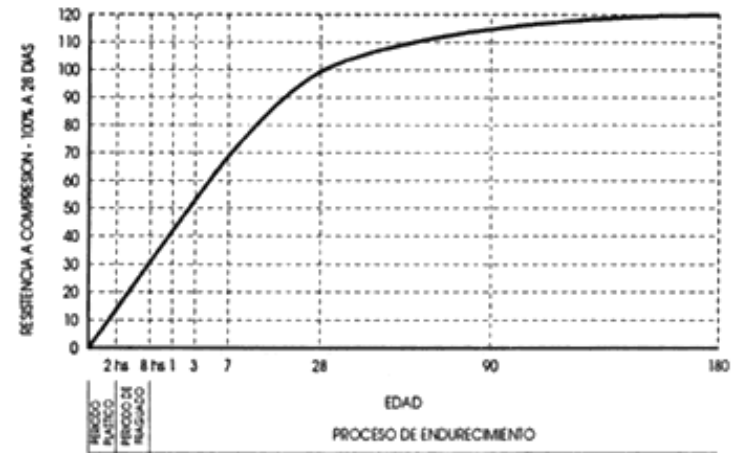
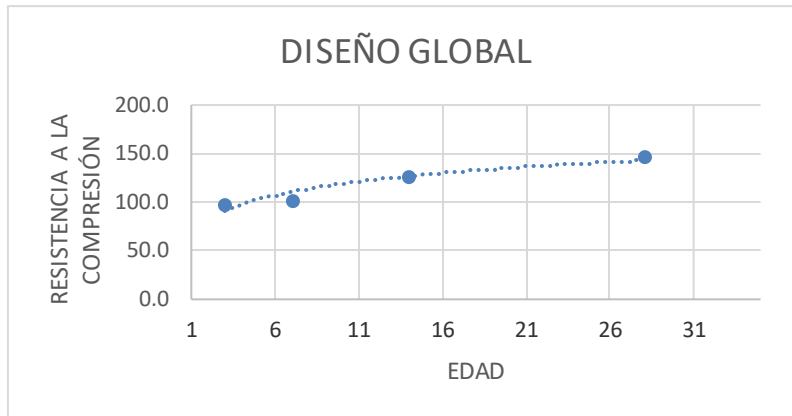
**UBICACIÓN** : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

**FECHA** : JUNIO DEL 2021

**TRATAMIENTO** : CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)

**TESISTA** : BACH. KATTY CORNEJO CHACON / BACH. JHONATAN CIRIACO SOLIS

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c (KG/CM2)	% de F'c
	CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	23/06/21	26/06/21	3	15.1	179.08	175	299.8	30571	<b>170.71</b>
CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	23/06/21	30/06/21	7	15.0	176.72	175	304.2	31019	<b>175.53</b>	100.3
CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	23/06/21	07/07/21	14	15.1	179.08	175	387.4	39503	<b>220.59</b>	126.1
CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	23/06/21	21/07/21	28	15.0	176.72	175	447.2	45601	<b>258.05</b>	147.5

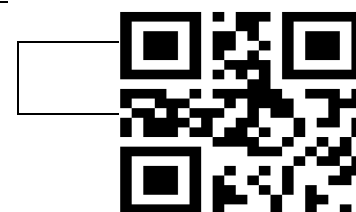


**OBSERVACIONES**

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAMETRAL (ENSAYO  
BRASILEÑO) DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN  
PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA  
HIDRÁULICA A&A INSTRUMENTE 2000**



**TESIS** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGÁNICOS, HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN, 2021

**UBICACIÓN** : HUANCAYO - HUANCAYO  
- JUNIN

**FECHA** : JUNIO DEL 2021

**TRATAMIENTO** : CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)  
BACH. KATTY CORNEJO  
CHACON / BACH. JHONATAN

**TESISTA** : CIRIACO SOLIS

ESTRUCTURA	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Edad En días	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Resistencia De diseño	Resistencia Total (kn)	Resistencia Total (n)	F'cti (n/mm <sup>2</sup> )	% fct
CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	23/06/21	26/06/21	3	151.0	300.0	175	1194.20	1194200	<b>16.78</b>	15.1
CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	23/06/21	30/06/21	7	152.0	300.0	175	1257.40	1257400	<b>17.56</b>	15.8
CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	23/06/21	07/07/21	14	150.0	302.0	175	1634.30	1634300	<b>22.97</b>	20.7
CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	23/06/21	21/07/21	28	151.0	300.0	175	1843.75	1843750	<b>25.91</b>	23.3

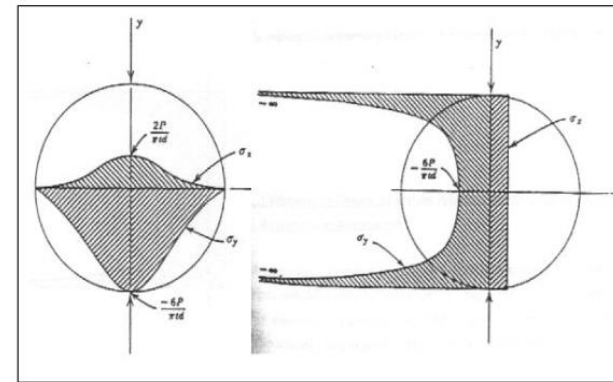
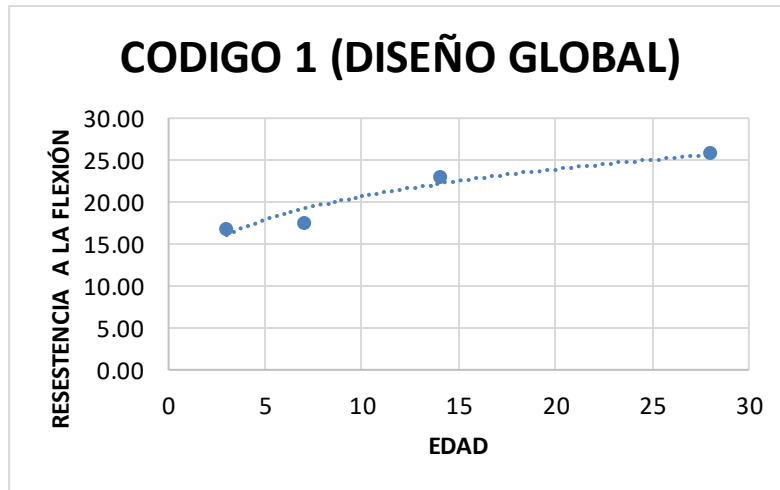


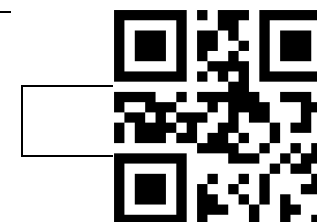
Figura 2.2- Distribución de tensiones teórica sobre los planos diametral y vertical para el ensayo de tracción indirecta [10]

#### OBSERVACIONES

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAMETRAL (ENSAYO  
BRASILEÑO) DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN PROBETAS  
ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA HIDRÁULICA  
A&A INSTRUMENTY 2000**



**TESIS** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATEF INORGÁNICOS, HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN, 2021

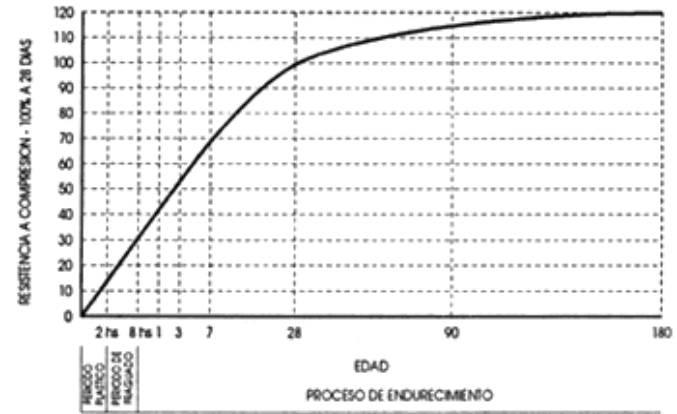
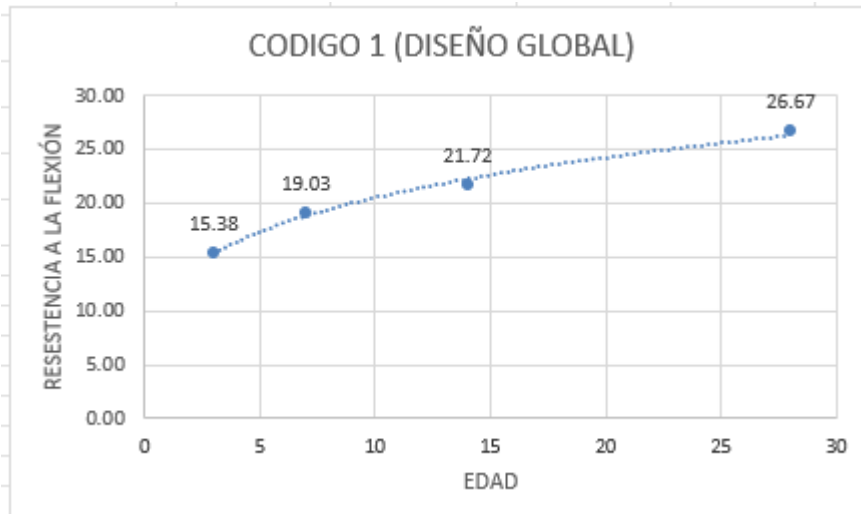
**UBICACIÓN** : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

**FECHA** : JUNIO DEL 2021

**TRATAMIENTO:** CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)  
BACH. KATTY CORNEJO  
CHACON/ BACH. JHONATAN

**TESISTA** : CIRIACO SOLIS

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (N)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F <sub>cti</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	% F <sub>ct</sub>
CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	23/06/21	26/06/21	3	151.0	300.0	175	1094.20	1094200	111575574	<b>15.38</b>	13.8
CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	23/06/21	30/06/21	7	152.0	300.0	175	1363.40	1363400	139025898	<b>19.03</b>	17.1
CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	23/06/21	07/07/21	14	150.0	302.0	175	1545.40	1545400	157584438	<b>21.72</b>	19.5
CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	23/06/21	21/07/21	28	151.0	303.0	175	1916.50	1916500	195425505	<b>26.67</b>	24.0



**OBSERVACIONES**

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



**LABORTEC**  
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y GEODESIA

**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAMETRAL (ENSAYO  
BRASILEÑO) DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN PROBETAS  
ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA HIDRÁULICA  
A&A INSTRUMENTY 2000**



**TESIS** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGÁNICOS, HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN, 2021

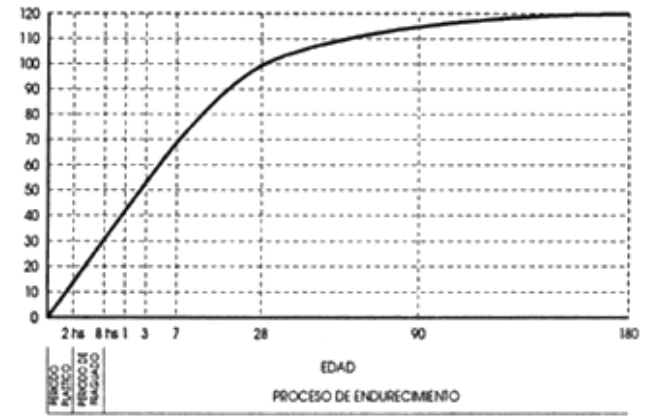
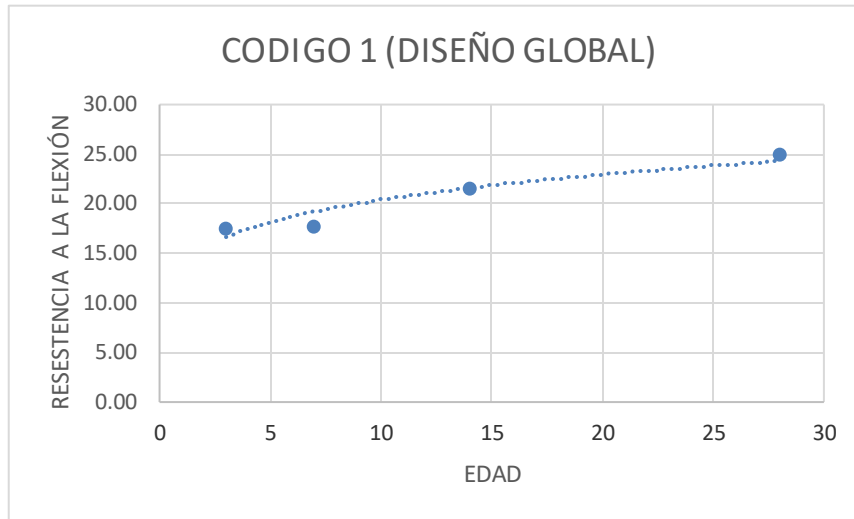
**UBICACIÓN** : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

**FECHA** : JUNIO DEL 2021

**TRATAMIENTO:** CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)  
BACH. KATTY CORNEJO  
CHACON / BACH. JHONATAN

**TESISTA** : CIRIACO SOLIS

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	RESISTENCIA A DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (N)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F <sub>cti</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	% F <sub>ct</sub>
CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	23/06/21	26/06/21	3	151.0	300.0	175	1244.50	1244500	126901665	<b>17.49</b>	15.7
CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	23/06/21	30/06/21	7	152.0	300.0	175	1269.10	1269100	129410127	<b>17.72</b>	15.9
CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	23/06/21	07/07/21	14	150.0	302.0	175	1539.80	1539800	157013406	<b>21.64</b>	19.5
CODIGO 1 (DISEÑO GLOBAL)	23/06/21	21/07/21	28	151.0	303.0	175	1797.80	1797800	183321666	<b>25.02</b>	22.5



**OBSERVACIONES**

**S**

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.

CNA-V1	<b>INVERSIONES B Y C - HUANCAYO</b> <b>LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y PAVIMENTOS</b>															
11/03/2022																
HE-CNA-01																
PROYECTO:	PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADO CON MATERIALES INORGANICOS	INFORME N°:	4													
CANTERA:	MARABAMBA	FECHA:	11/03/2022													
SOLICITANTE:	Victor Cirilaco Solis															
<b>ENSAYO DE MEDICIÓN DE % DE AIRE DEL CONCRETO FRESCO</b> MTC E 706 - ASTM C 231																
CÁLCULOS	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;">PESO UNITARIO (Kgf):</td> <td style="width: 25%; text-align: center;"><math>W' = \frac{W_c - W_a}{V_m}</math></td> <td style="width: 25%;">CONTENIDO DE CEMENTO:</td> <td style="width: 25%; text-align: center;"><math>N = \frac{W_c}{V}</math></td> </tr> <tr> <td>RENDIMIENTO (m³):</td> <td style="text-align: center;"><math>Y(m³) = \frac{W_c}{W}</math></td> <td>CONTENIDO DE AIRE:</td> <td style="text-align: center;"><math>A = \left(\frac{T-W}{T}\right) \times 100</math> <math>A = \left(\frac{T-W'}{T}\right) \times 100</math></td> </tr> <tr> <td>RENDIMIENTO RELATIVO:</td> <td style="text-align: center;"><math>R_r = \frac{Y}{Y_r}</math></td> <td>PESO UNITARIO TEÓRICO DEL CONCRETO:</td> <td style="text-align: center;"><math>T = \frac{W_c}{V}</math></td> </tr> </table>				PESO UNITARIO (Kgf):	$W' = \frac{W_c - W_a}{V_m}$	CONTENIDO DE CEMENTO:	$N = \frac{W_c}{V}$	RENDIMIENTO (m³):	$Y(m³) = \frac{W_c}{W}$	CONTENIDO DE AIRE:	$A = \left(\frac{T-W}{T}\right) \times 100$ $A = \left(\frac{T-W'}{T}\right) \times 100$	RENDIMIENTO RELATIVO:	$R_r = \frac{Y}{Y_r}$	PESO UNITARIO TEÓRICO DEL CONCRETO:	$T = \frac{W_c}{V}$
PESO UNITARIO (Kgf):	$W' = \frac{W_c - W_a}{V_m}$	CONTENIDO DE CEMENTO:	$N = \frac{W_c}{V}$													
RENDIMIENTO (m³):	$Y(m³) = \frac{W_c}{W}$	CONTENIDO DE AIRE:	$A = \left(\frac{T-W}{T}\right) \times 100$ $A = \left(\frac{T-W'}{T}\right) \times 100$													
RENDIMIENTO RELATIVO:	$R_r = \frac{Y}{Y_r}$	PESO UNITARIO TEÓRICO DEL CONCRETO:	$T = \frac{W_c}{V}$													
RESULTADOS																
RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADO CON MATERIALES INORGANICOS																
	<b>CON ADITIVO</b>				<b>SIN ADITIVO</b>				<b>UNIDAD</b>							
w/c=	0.62	0.62	0.62	0.62												
P	7.04	7.04	7.04	7.04					kg							
P.a.	997.97	997.97	997.97	997.97					kgf/m3							
Vo. Recp.	0.007054	0.007054	0.007054	0.007054					m3							
Pm	13.52	13.52	13.52	13.51					kg							
W	1916.55602	1916.55602	1916.55602	1915.13845					kgf/m3							
T	2217.75	2217.76	2217.76	2217.75					kgf/m3							
Y	0.0977	0.0977	0.0977	0.0977					m3							
Ry	1.0615	1.0612	1.0612	1.061												
N	477.1	477.1	477.1	477.1					kgf/m3							
A	1.5	1.5	1.5	1.5					%							
<p>Donde:</p> <p>A= Contenido de aire (%) en el concreto.  N= Contenido real del cemento, kgf/m3  Nt= Peso del cemento en la bachada, kfg  Rr= Rendimiento relativo  T= Peso unitario teórico del concreto, suponiendo la no presencia del aire, hfg/m3  V= Volumen total absoluto de los ingredientes (sin aire atrapado) que componen la bachada, m3.  Vo recp.= Volumen recipiente, m3.  W= Peso unitario del concreto, kgf/m3.  Wt= Peso total de todos los materiales de la bachada, kgf.  Y= Rendimiento, volumen de concreto producido por bachada, m3.  Yd= Volumen de concreto que, por diseño, debería producir la bachada, m3.</p>																
OBSERVACIONES:																
<b>JEFE DE LABORATORIO</b>																
NOMBRE:																
FIRMA:																
FECHA:																



**ESPINOZA BENITO, William**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP. N° 203874**

### Anexo 8

Diseño de mezcla para concreto ternario  $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$   
 – Con 2 % de escoria granulada y 3 % de cal hidráulica



**LABORTEC**  
 LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
 DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
 DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
 DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

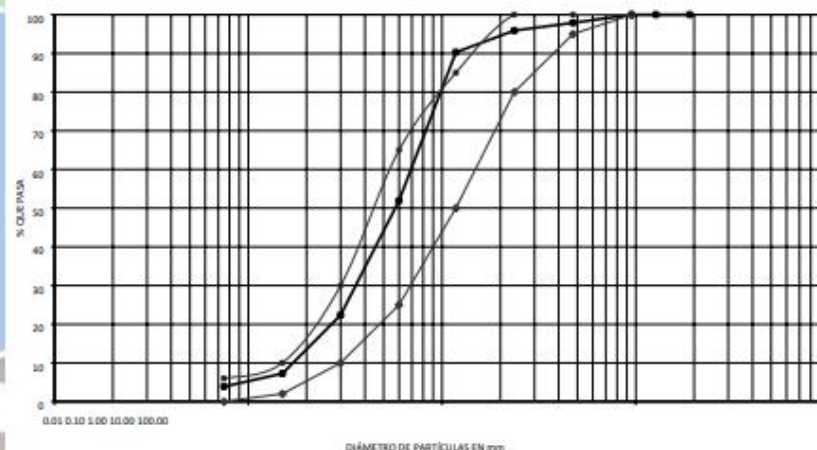


OBRA	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGANICO, HUANCAYO, JUNIN 2021
SOLICITA	HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN
CANTERA	MARABAMBA
FECHA	30 DE MAYO DEL 2022

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

Tamiz N°	Díametro (mm)	Peso Retenido (gr.)	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo
3"	76.200					Descripción Muestra Agregado Fino cribado para ser utilizado en la producción de concreto
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
3/4"	19.050	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.00	100.00	100	100
4	4.750	40.80	2.10	97.90	95	100
8	2.360	38.90	2.00	95.90	80	100
16	1.180	109.10	5.62	90.28	50	85
30	0.600	745.20	38.37	48.09	25	65
50	0.300	574.20	29.57	77.66	10	30
100	0.150	293.20	15.10	92.76	2	10
200	0.075	65.30	3.36	96.12	0	6
200	0.075	11.00	0.57	97		

MALLAS US. STANDARD



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
 CIP N° 169667



Elió Augusto Saavedra C.  
 PEC. LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE CONCRETO Y ASFALTO



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



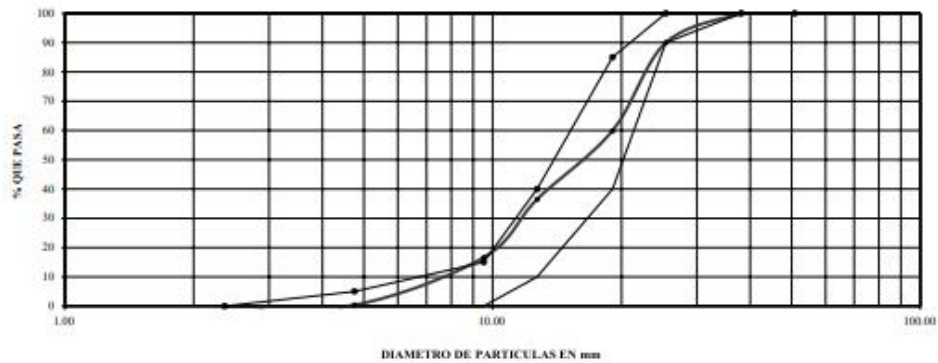
<b>OBRA</b>	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGANICO, HUANCAYO, JUNIN 2021
<b>SOLICITA</b>	HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN
<b>CANTERA</b>	MARABAMBA
<b>FECHA</b>	30 DE MAYO DEL 2022

**ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

**AGREGADO GRUESO**

Tamiz N°	Diámetro (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo
3"	76.200				ASTM C 33-6	Módulo de finiza
2 1/2"	63.500					Tamaño máximo nominal
2"	50.800				100	100
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.400	296.30	9.96	90.04	90	100
3/4"	19.050	896.30	30.14	59.90	40	85
1/2"	12.700	695.80	23.40	63.50	10	40
3/8"	9.525	592.00	19.91	83.40	0	15
4"	4.750	482.00	16.21	100	0	5
8"	2.360	12.00	0.40	0.00	0	0
		2974				

MALLAS US. STANDARD



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO FLUIDO F'c = 175kg/Cm2**

OBRA : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERCIARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGANICO, HUANCAYO, JUNIN 2021

SOLICITA : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

FECHA : 30 DE MAYO DEL 2022

CANTERA : MARABAMBA 3% CAL Y 2% ESCOREA

**1- DATOS PARA EL CÁLCULO DEL DISEÑO DE MORTERO**

	f'c	175			
	slap	3" - 4"			
ENSAYO FÍSICO		Agre. Grueso	Agre. Fino		
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		1			
MÓDULO DE FINIZA		-	2.68		
PESO UNITARIO SUELTO		1268.0	1417.6		
PESO UNITARIO COMPACTADO		1446.4	1574.3		
PESO ESPECÍFICO		2.515	2.610		
% DE ABSORCIÓN		0.160	0.67		
HUMEDAD		1.50	0.7		
PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO		3.11			
ADICIONES ESPECIALES A DE ADITIVOS		DENSIDAD	DOSIS	MARCA	PRODUCTO
CAL		2.33	3	CAL	9.34
ESCOREA		3.49	2	ESCOREA	6.23

ADICIONES ESPECIALES A DE ADITIVOS	PESO KG.	VOLUMEN LF.	VOLUMEN ad
CAL	9.3387	21.7592	21.7592
ADITIVO INCORPORADOR (% peso de cemento)	6.2258	21.7281	21.7281

Se calculará las proporciones de los materiales integrantes de una mezcla de concreto a ser empleada en la Obra.

Las especificaciones de obra indican:

SE USARA 3% DE CAL EN PESO DE CEMENTO Y 2% ESCOREA EN PESO DE CEMENTO P.

**2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:**

f'c = 175 +/-

75

250

**3- CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA**

agua en litros = Lt

193

**4- CONTENIDO DE AIRE EN %**

MODULO DE LA ALICATORIO	APORTE DEL ADITIVO	FORMA DE AIRE
1.5	0.0	1.5

**5- RELACIÓN AGUA CEMENTO**

A/C = 0.620



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



Elió Augusto Saavedra C.  
REC. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**6- FACTOR CEMENTO P<sub>c175</sub>**

A/C =  $7.32 \times \frac{311}{998}$   
C = :  $A / 0.62$   
C = kg.  $311$

**7- AGREGADO GRUESO**

1446 X 0.89 = 998 kg

**8- VOLÚMENES ABSOLUTOS**

	en peso kg.	en volumen
Cemento	311	0.10009 M <sup>3</sup>
Agua	193	0.19300 M <sup>3</sup>
Aire	1.5	0.01500 M <sup>3</sup>
Agr. Grueso	998	0.39682 M <sup>3</sup>
CAL	9.339	0.00401 M <sup>3</sup>
SCOREA	6.226	0.00178 M <sup>3</sup>
suma de valores		0.7107 M <sup>3</sup>

volumen del Agr. Fino  $1 = 0.7107$  M<sup>3</sup>  
volumen del Agr. Fino  $0.2893$  M<sup>3</sup>  
peso del Agr. Fino  $755$  kg

**9- DISEÑO SECO**

	en kg.
Cemento	311 kg
Agua	193 kg
Agr. Grueso	998 kg
Agr. fino	755 kg
CAL	9.34 kg
SCOREA	6.23 kg
suma de valores	2273 kg

**10- CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Agr. Grueso	1013 kg
Agr. fino	760 kg

**11- AGUA EFECTIVA**

aporte Ag. Grueso	-13.37
aporte de Ag. Fino	-0.23
aporte total de agua	-13.60

Agua efectiva .....  $207$

53.20

0.571 piedra  
0.429 arena

**12- DISEÑO HUMEDO x M3**

Cemento	311 kg
Agua	207 kg
Agr. Grueso	1013 kg
Agr. fino	760 kg
	9.34 kg
	6.23 kg
	2307 kg

	9.34 kg
	6.20 kg
	30.39 kg
	22.81 kg
	0.980 kg
	0.177 kg



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE CONCRETO Y ASFALTO



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**13- PROPORCIÓN EN PESO**

	Pie3/Saco	Pie3
Cemento	1	Pie3
Agre. Grueso	3.2	Pie3
Agre. fino	2.4	Pie3
Agua	28.2	L./saco
CAL	1.275	L./saco
ESCOREA	1.371	L./saco

**14- PROPORCIÓN POR TANDA DE UN SACO**

Cemento	42.5	kg/saco
Agre. Grueso	136.3	kg/saco
Agre. fino	103.1	kg/saco
Agua	28.2	L./saco
CAL	1.275	L./saco
ESCOREA	1.371	L./saco

**15- RELACIÓN DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO**

Relación A/C de diseño	0.620
Relación A/C efectiva	0.664

Fc175



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667

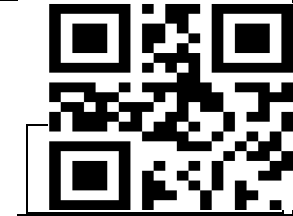


Elio Augusto Saavedra C.  
TÉC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

**Anexo 9**  
**Ensayos realizados**



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN  
PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA  
HIDRÁULICA A&A INSTRUMENTO STYE 2000**



**TESIS** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGÁNICOS, HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN, 2021

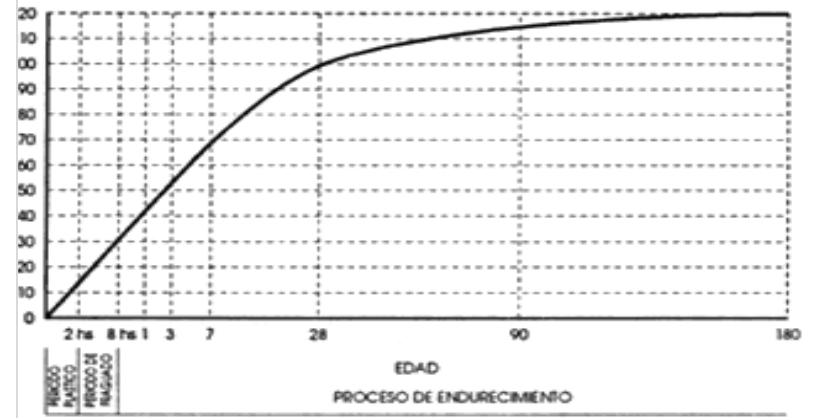
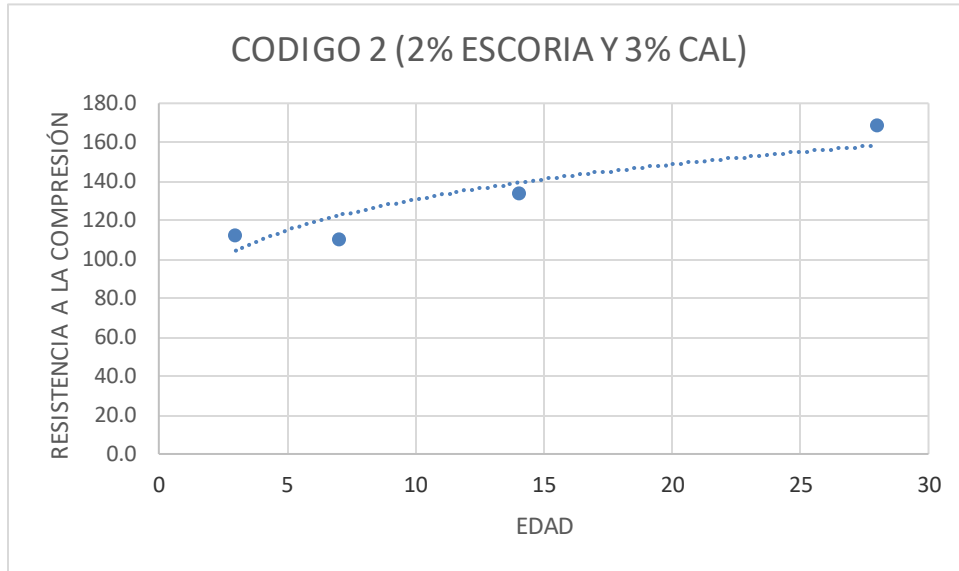
**UBICACIÓN** : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

**FECHA** : JUNIO DEL 2021

**TRATAMIENTO** : CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)

**TESISTA** : BACH. KATTY CORNEJO CHACON / BACH. JHONATAN CIRIACO SOLIS

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c (KG/CM <sup>2</sup> )	% de F'c
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	26/06/21	3	15.1	179.08	175	346.22	35304	<b>197.14</b>	112.7
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	30/06/21	7	15.0	176.72	175	333.66	34023	<b>192.53</b>	110.0
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	07/07/21	14	15.1	179.08	175	412.35	42047	<b>234.80</b>	134.2
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	21/07/21	28	15.0	176.72	175	512.24	52233	<b>295.58</b>	168.9

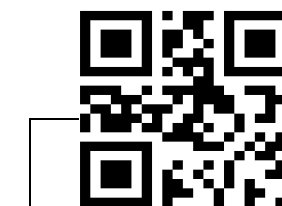


**OBSERVACIONES**

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN  
PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA  
HIDRÁULICA A&A INSTRUMENTE 2000**



**TESIS** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGÁNICOS, HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN, 2021

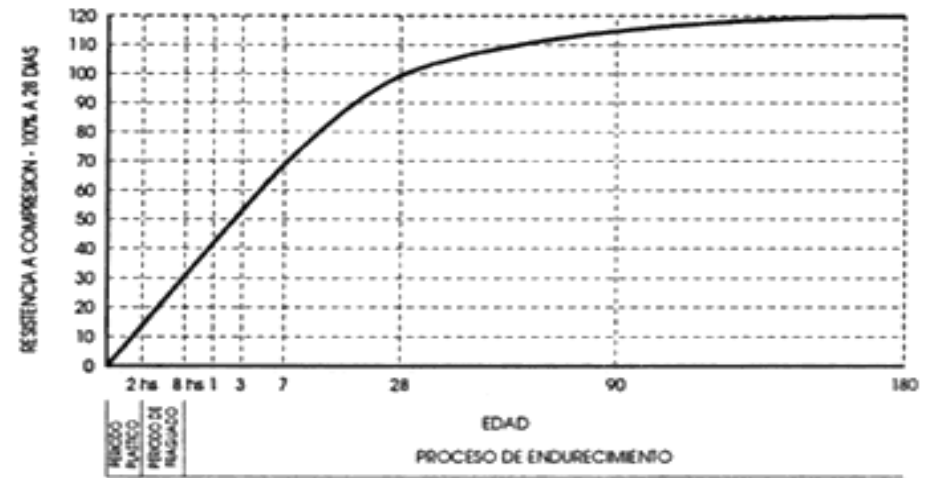
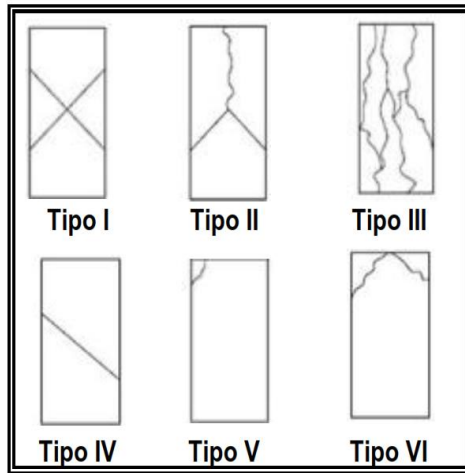
**UBICACIÓN** : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

**FECHA** : JUNIO DEL 2021

**TRATAMIENTO** : CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)

**TESISTA** : BACH. KATTY CORNEJO CHACON / BACH. JHONATAN CIRIACO SOLIS

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c (KG/CM <sup>2</sup> )	% de F'c
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	26/06/21	3	15.1	179.08	175	338.5	34517	<b>192.75</b>	110.1
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	30/06/21	7	15.0	176.72	175	326.5	33293	<b>188.40</b>	107.7
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	07/07/21	14	15.1	179.08	175	401.5	40941	<b>228.62</b>	130.6
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	21/07/21	28	15.0	176.72	175	506.3	51627	<b>292.15</b>	166.9



**OBSERVACIONES**

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN  
PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA  
HIDRÁULICA A&A INSTRUMENTE 2000**



**TESIS** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGÁNICOS, HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN, 2021

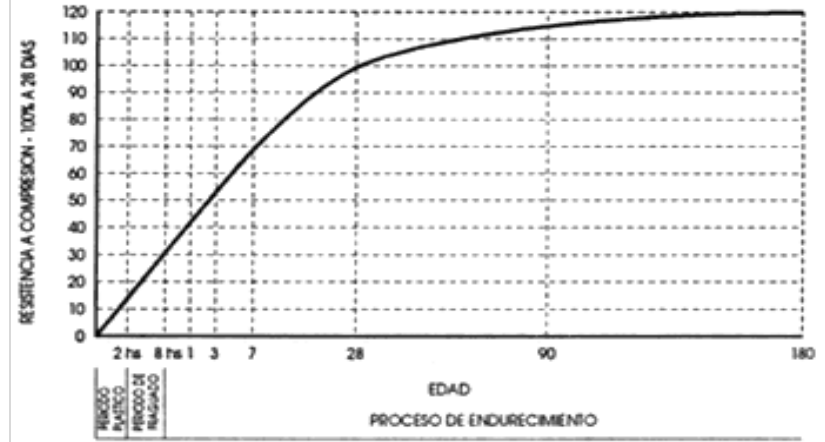
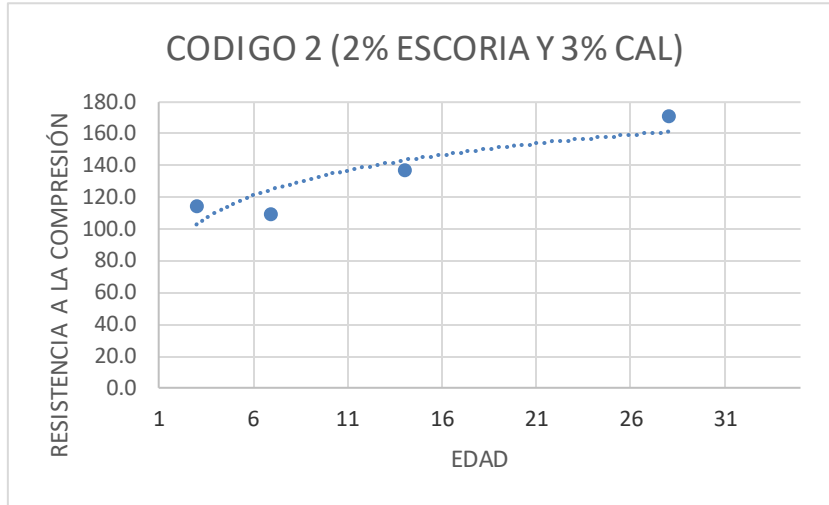
**UBICACIÓN** : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

**FECHA** : JUNIO DEL 2021

**TRATAMIENTO** : CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)

**TESISTA** : BACH. KATTY CORNEJO CHACON / BACH. JHONATAN CIRIACO SOLIS

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm2	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c (KG/CM2)	% de F'c
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	26/06/21	3	15.1	179.08	175	352.3	35924	<b>200.60</b>	114.6
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	30/06/21	7	15.0	176.72	175	330.5	33701	<b>190.71</b>	109.0
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	07/07/21	14	15.1	179.08	175	423.5	43184	<b>241.15</b>	137.8
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	21/07/21	28	15.0	176.72	175	519.6	52984	<b>299.83</b>	171.3

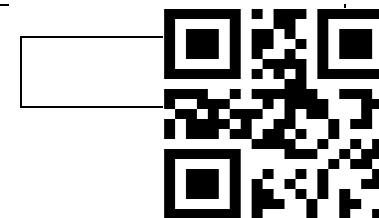


**OBSERVACIONES**

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAMETRAL (ENSAYO  
BRASILEÑO) DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN PROBETAS  
ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA HIDRÁULICA A&A  
INTRUMEN STYE 2000**



**TESIS** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGÁNICOS, HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN, 2021

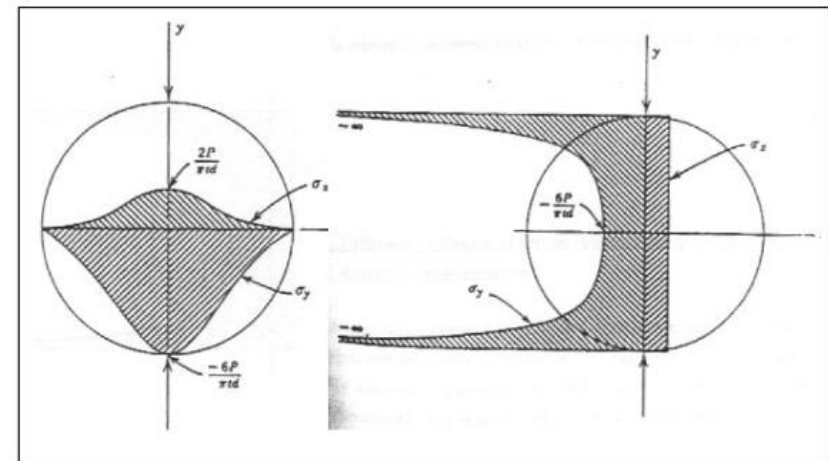
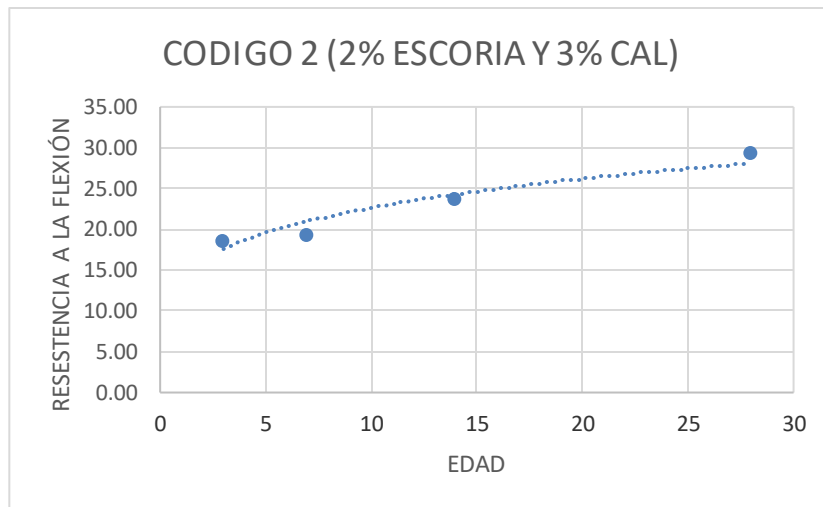
**UBICACIÓN** : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

**FECHA** : JUNIO DEL 2021  
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)

**TRATAMIENTO** : CAL)

**TESISTA** : BACH. KATTY CORNEJO CHACON / BACH. JHONATAN CIRIACO SOLIS

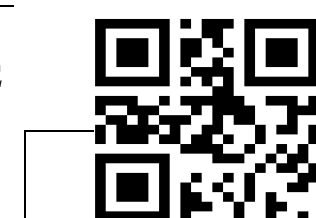
ESTRUCTURA	FECHA DE	FECHA DE	EDAD	DIÁM	LONG	RESISTEN	RESIST	RESIST	F'cti	% F'ct
	MOLDEO	ROTURA	EN DÍAS	ETRO (mm)	ITUD (mm)	CIA DE DISEÑO	ENCIA TOTAL (KN)	ENCIA TOTAL (N)	(N/mm2)	
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	26/06/21	3	151. 0	300. 0	175	1324.9 0	13249 00	<b>18.62</b>	16.8
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	30/06/21	7	152. 0	300. 0	175	1386.7 0	13867 00	<b>19.36</b>	17.4
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	07/07/21	14	150. 0	302. 0	175	1693.6 0	16936 00	<b>23.80</b>	21.4
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	21/07/21	28	151. 0	300. 0	175	2093.7 0	20937 00	<b>29.42</b>	26.5



**Figura 2.2-** Distribución de tensiones teórica sobre los planos diametral y vertical para el ensayo de tracción indirecta [10]



**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAMETRAL (ENSAYO BRASILEÑO) DE  
MEZCLAS BITUMINOSAS EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO  
(F'c) - PRENSA HIDRÁULICA A&A INSTRUMEN STYE 2000**



**TESIS** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGÁNICOS, HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN, 2021

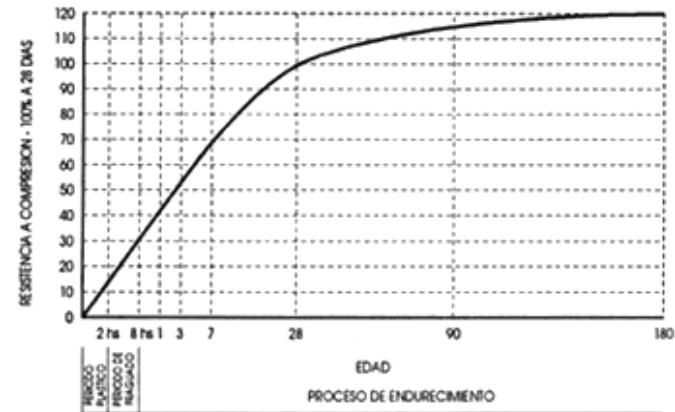
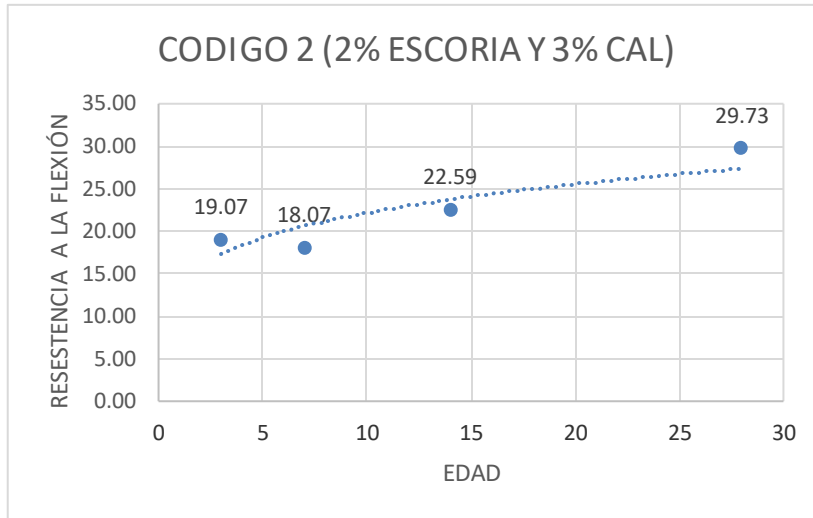
**UBICACIÓN** : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

**FECHA** : JUNIO DEL 2021

**TRATAMIENTO** : CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)

**TESISTA** : BACH. KATTY CORNEJO CHACON / BACH. JHONATAN CIRIACO SOLIS

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (N)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F <sub>cti</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	% F <sub>ct</sub>
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	26/06/21	3	151.0	300.0	175	1356.80	1356800	138352896	<b>19.07</b>	17.2
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	30/06/21	7	152.0	300.0	175	1294.30	1294300	131979771	<b>18.07</b>	16.3
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	07/07/21	14	150.0	302.0	175	1607.60	1607600	163926972	<b>22.59</b>	20.3
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	21/07/21	28	151.0	303.0	175	2136.40	2136400	217848708	<b>29.73</b>	26.8



**OBSERVACIONES**

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAMETRAL (ENSAYO  
BRASILEÑO) DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN PROBETAS  
ESTÁNDAR DE CONCRETO (F<sub>c</sub>) - PRENSA HIDRÁULICA A&A  
INTRUMENTO STYE 2000**



**TESIS** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGÁNICOS, HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN, 2021

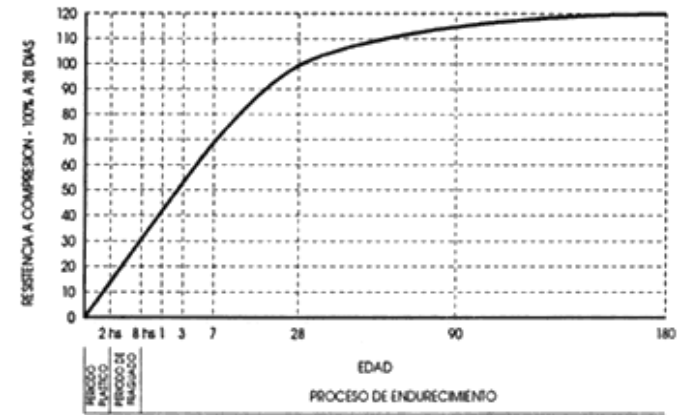
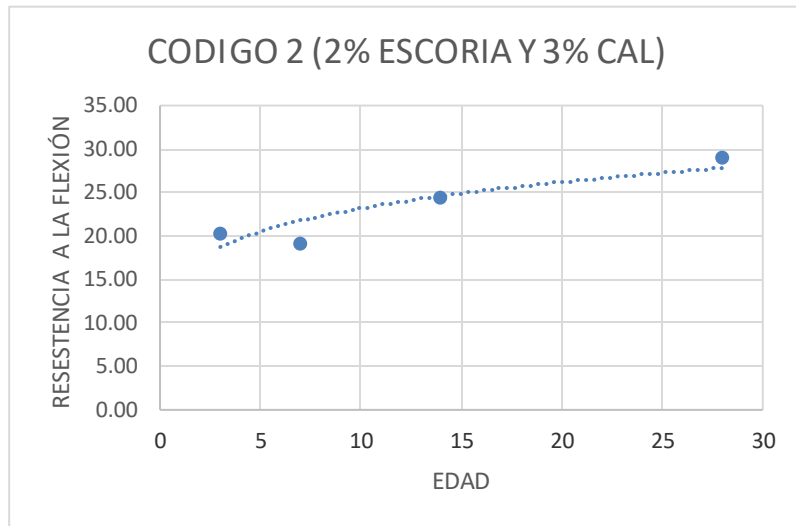
**UBICACIÓN** : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

**FECHA** : JUNIO DEL 2021

**TRATAMIENTO** : CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)

**TESISTA** : BACH. KATTY CORNEJO CHACON / BACH. JHONATAN CIRIACO SOLIS

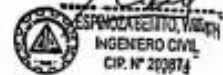
ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (N)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F <sub>cti</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	% F <sub>ct</sub>
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	26/06/21	3	151.0	300.0	175	1444.50	1444500	147295665	<b>20.30</b>	18.3
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	30/06/21	7	152.0	300.0	175	1369.10	1369100	139607127	<b>19.11</b>	17.2
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	07/07/21	14	150.0	302.0	175	1749.60	1749600	178406712	<b>24.59</b>	22.1
CODIGO 2 (2% ESCORIA Y 3% CAL)	23/06/21	21/07/21	28	151.0	303.0	175	2098.20	2098200	213953454	<b>29.20</b>	26.3



**OBSERVACIONES**

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.

CNA- Y1	<b>INVERSIONES B Y C - HUANCAYO LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y PAVIMENTOS</b>																																																
11/03/2022																																																	
HR-CNA-01																																																	
PROYECTO:	PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE CONCRETO TERCIARIO MODIFICADO CON MATERIALES INORGANICOS	INFORME N°:	3																																														
CANTERA:	MARABAMBA	FECHA:	11/03/2022																																														
SOLICITANTE:	Victor Orlando Solis																																																
<b>ENSAYO DE MEDICION DEL AIRE EN EL CONCRETO FRESCO</b> MTC E 706 - ASTM C 231																																																	
<b>CÁLCULOS</b>																																																	
PESO UNITARIO (kgf):	$W = \frac{W_c - W_m}{V_c}$	CONTENIDO DE CEMENTO:	$R = \frac{N_c}{V}$																																														
RENDIMIENTO (m3):	$V(m^3) = \frac{W_c}{W}$	CONTENIDO DE AIRE:	$A = \left( \frac{T - T_0}{T} \right) \times 100$																																														
RENDIMIENTO RELATIVO:	$A_r = \frac{T}{T_0}$	PESO UNITARIO TEÓRICO DEL CONCRETO:	$T = \frac{W_c}{V}$																																														
<b>RESULTADOS</b>																																																	
CON ADITIVO      SIN ADITIVO																																																	
w/c=	0.62	0.62	0.62	0.62					UNIDAD																																								
P	7.04	7.04	7.04						kg																																								
P.A.	997.97	997.97	997.97						kgf/m3																																								
Vo. Recp.	0.007054	0.007054	0.007054						m3																																								
Pm	13.52	13.52	13.52						kg																																								
W	1916.55602	1916.55602	1916.55602						kgf/m3																																								
T	2217.75	2217.76	2217.76						kgf/m3																																								
Y	0.0977	0.0977	0.0977						m3																																								
Ry	1.0615	1.0612	1.0612																																														
N	477.1	477.1	477.1						kgf/m3																																								
A	1.5	1.5	1.5						%																																								
<p>Dónde:</p> <p>A= Contenido de aire (%) en el concreto.  N= Contenido real del cemento, kgf/m3  Nt= Peso del cemento en la bachada, kgf  Ry= Rendimiento relativo  T= Peso unitario teórico del concreto, suponiendo la no presencia del aire, kgf/m3  V= Volumen total absoluto de los ingredientes (sin aire atrapado) que componen la bachada, m3.  Vo recp.= Volumen recipiente, m3.  W= Peso unitario del concreto, kgf/m3.  Wt= Peso total de todos los materiales de la bachada, kgf.  Y= Rendimiento, volumen de concreto producido por bachada, m3.  Yd= Volumen de concreto que, por diseño, debería producir la bachada, m3.</p>																																																	
<b>OBSERVACIONES:</b>																																																	
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td colspan="10" style="text-align: center;"><b>JEFE DE LABORATORIO</b></td> </tr> <tr> <td>NOMBRE:</td> <td colspan="9"></td> </tr> <tr> <td>FIRMA:</td> <td colspan="9"></td> </tr> <tr> <td>FECHA:</td> <td colspan="9"></td> </tr> </table>										<b>JEFE DE LABORATORIO</b>										NOMBRE:										FIRMA:										FECHA:									
<b>JEFE DE LABORATORIO</b>																																																	
NOMBRE:																																																	
FIRMA:																																																	
FECHA:																																																	



### Anexo 10

## Diseño de mezcla para concreto ternario $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ – con 3 % de escoria granulada y 2 % de cal hidráulica



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



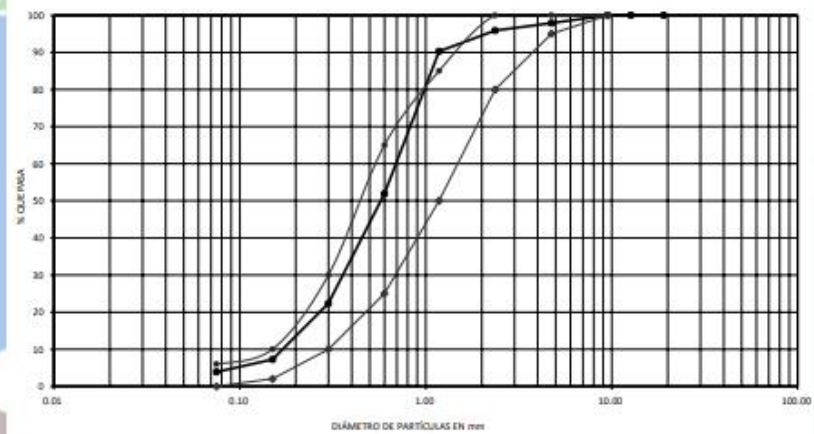
OBRA	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGANICO, HUANCAYO, JUNIN 2021
SOLICITA	HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN
CANTERA	MARABAMBA
FECHA	30 DE MAYO DEL 2022

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

##### CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO

Tamiz N°	Dímetro (mm)	Peso Retenido (gr.)	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo
3"	76.200					Descripción Muestra Agregado Fino cribado para ser utilizado en la producción de concreto
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100 No presta
4	4.750	40.80	2.10	2.10	97.90	95 100 Observaciones
8	2.360	38.90	2.00	4.10	95.90	80 100 Malla #200 =5.52
16	1.180	109.10	5.62	9.72	90.28	50 85
30	0.600	745.20	38.37	48.09	51.91	25 65
50	0.300	574.20	29.57	77.66	22.34	10 30
100	0.150	293.20	15.10	92.76	7.24	2 10
200	0.075	65.30	3.36	96.12	3.88	0 6
200	0.075	11.00	0.57	97.43		

MALLAS US. STANDARD



Ing. Rider Cajalón Jaramillo  
CIP N° 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
ING. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

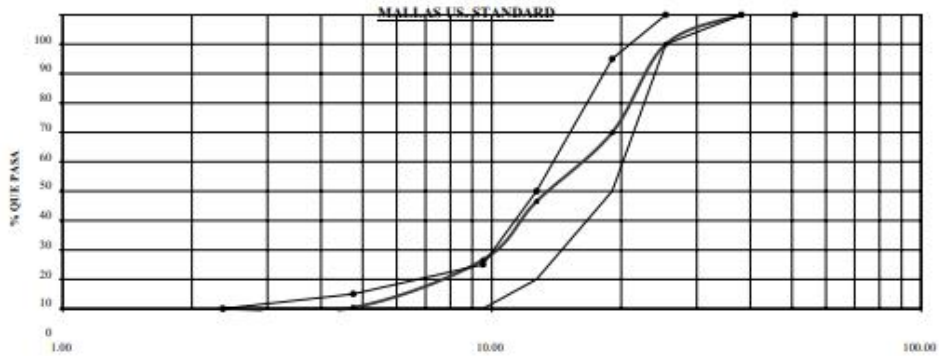


<b>OBRA</b>	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGANICO, HUANCAYO, JUNIN 2021
<b>SOLICITA</b>	HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN
<b>CANTERA</b>	MARABAMBA
<b>FECHA</b>	30 DE MAYO DEL 2022

**ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

**AGREGADO GUESO**

Tamiz N°	Díámetro (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo
3"	76.200				ASTM C 33-6	Modulo de fineza
2 1/2"	63.500					Tamaño máximo nominal
2"	50.800				100	100
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.400	296.30	9.96	90.04	90	100
3/4"	19.050	896.30	30.14	69.86	40	85
1/2"	12.700	695.30	23.40	76.60	10	40
3/8"	9.525	592.00	19.91	80.09	0	15
4"	4.750	482.00	16.21	83.79	0	5
8"	2.360	12.00	0.40	99.60	0	0
		2974				



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
DEC. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE CONCRETO Y ASFALTO



**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO FLUIDO F<sup>m</sup> C=175kg/Cm<sup>2</sup>**

OBRA : PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE CONCRETO TERCIARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGANICO, HUANCAYO, JUNIN  
2021

SOLICITA : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

FECHA : 30 DE MAYO DEL 2022

CANTERA : MARABAMBA 2% CAL Y 3% ESCOREA

**1- DATOS PARA EL CÁLCULO DEL DISEÑO DE MORTERO**

ENSAYO FISICO	Agre. Grueso	Agre. Fino	F <sup>m</sup> C=175	
			slup	3" - 4"
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1			
MODULO DE FINIZA	-	2.68		
PESO UNITARIO SIELO	1268.0	1417.6		
PESO UNITARIO COMPACTADO	1446.4	1574.3		
PESO ESPECIFICO	2.515	2.616		
% DE ABSORCIÓN	0.160	0.67		
HUMEDAD	1.50	0.7		
PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO	3.11			
ADICIONES ESPECIALES A DE ADITIVOS				
	DENSIDAD	DOSIS	MARCA	PRODUCTO
CAL	2.33	2	CAL	6.23
ESCOREA	3.49	3	ESCOREA	9.34

ADICIONES ESPECIALES A DE ADITIVOS	PESO KG	VOLUMEN Lt	VOLUMEN m <sup>3</sup>
CAL	6.2258	14.5061	14.5061
ADITIVO INCORPORADOR (% peso de cemento)	9.3387	32.5921	32.5921

Se calculará las proporciones de los materiales integrantes de una mezcla de concreto a ser empleada en la Obra.

Las especificaciones de obra indican:  
SE USARA 2% DE CAL EN PESO DE CEMENTO Y 3% ESCOREA EN PESO DE CEMENTO

**2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:**

F<sup>m</sup> or 175 + =

75

250

**3- CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA**

agua en litros = Lt

193

**4- CONTENIDO DE AIRE EN %**

APORTE DE AIRE ADICIONADO	APORTE DEL ADITIVO	TOTAL DE AIRE
1.5	0.0	1.5

**5- RELACIÓN AGUA CEMENTO**

A/C = 0.620



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
PFC. LABORATORISTA DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



**6- FACTOR CEMENTO** P<sub>c</sub>175

A/C= 7.32

C= : A / 0.62

C= kg. 311

**7- AGREGADO GRUESO**

1446 X 0.89 = 998 kg

**8- VOLÚMENES ABSOLUTOS**

	en peso kg.	en volumen
Cemento	311	0.10009 M <sup>3</sup>
Agua	193	0.19300 M <sup>3</sup>
Aire	1.5	0.01500 M <sup>3</sup>
Agr. Grueso	998	0.39682 M <sup>3</sup>
CAL	6.226	0.00267 M <sup>3</sup>
ESCOREA	9.339	0.00268 M <sup>3</sup>
suma de valores		0.7103 M <sup>3</sup>

volumen del Agr. Fino	1 -	0.7103 M <sup>3</sup>
volumen del Agr. Fino		0.2897 M <sup>3</sup>
peso del Agr. Fino		756 kg

**9- DISEÑO SECO**

	en kg.
Cemento	311 kg
Agua	193 kg
Agr. Grueso	998 kg
Agr. fino	756 kg
CAL	6.23 kg
ESCOREA	9.34 kg
suma de valores	2274 kg

**10- CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Agr. Grueso	1013 kg
Agr. fino	762 kg

**11- AGUA EFECTIVA**

aporte Ag. Grueso	-13.37
aporte de Ag. Fino	-0.23
aporte total de agua	-13.60
Agua efectiva .....	207

53.23

0.571 piedra  
0.429 arena

**12- DISEÑO HUMEDO x M3**

Cemento	311 kg
Agua	207 kg
Agr. Grueso	1013 kg
Agr. fino	762 kg
CAL	6.23 kg
ESCOREA	9.34 kg
	2308 kg

	9.34 kg
	6.20 kg
	30.39 kg
	22.85 kg
	0.187 kg
	0.280 kg



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667

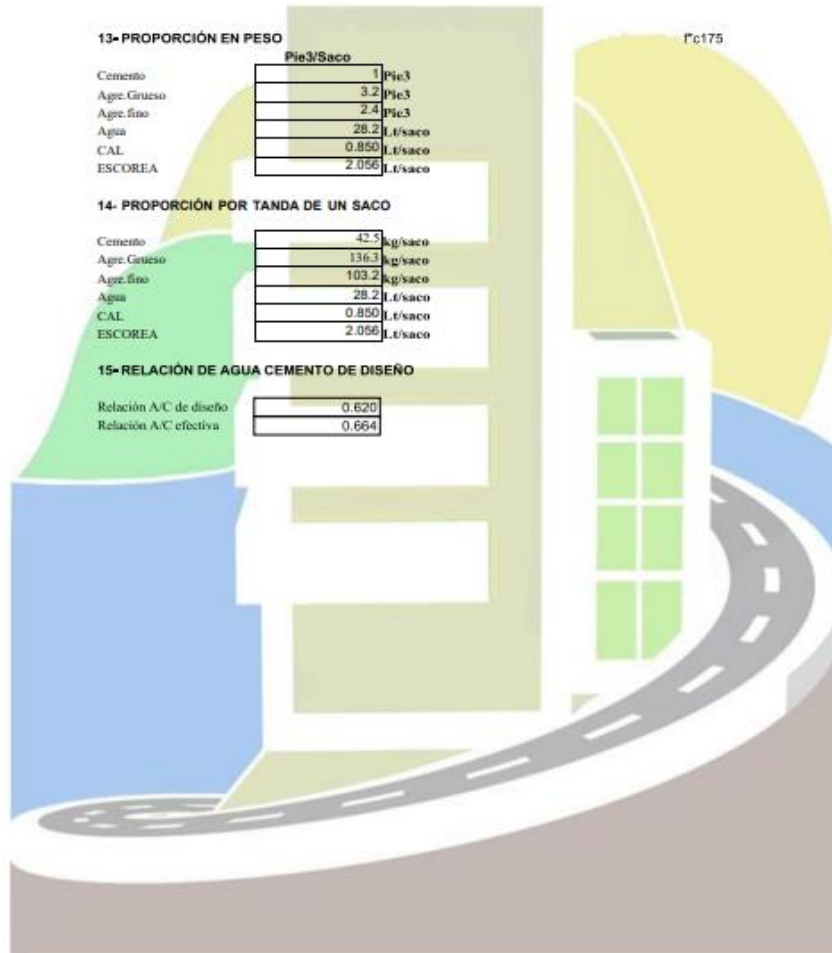


Elio Augusto Saavedra C.  
TÉC. LABORATORIO ESPECIALIZADO DE CONCRETO Y ASFALTO



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO




EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



Elió Augusto Saavedra C.  
TEC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

CNA-V1	<b>INVERSIONES B Y C - HUANCAYO</b> <b>LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y PAVIMENTOS</b>																																																																																																																																			
11/03/2022																																																																																																																																				
RR-CNA-01																																																																																																																																				
PROYECTO:	PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADO CON MATERIALES INORGANICOS	INFORME N°:	2																																																																																																																																	
CANTERA:	MARABAMBA	FECHA:	11/03/2022																																																																																																																																	
SOLICITANTE:	Victor Cirilco Solis																																																																																																																																			
<b>ENSAYO DE MEDICION DE % DE AIRE DEL CONCRETO FRESCO</b> MTC E 706 - ASTM C 231																																																																																																																																				
CÁLCULOS	<p>PESO UNITARIO (Kg): <math>W = \frac{W_c - W_a}{V_c}</math></p> <p>RENDIMIENTO (m<sup>3</sup>): <math>Y (m^3) = \frac{W_c}{N}</math></p> <p>RENDIMIENTO RELATIVO: <math>R_r = \frac{Y}{V_c}</math></p> <p>CONTENIDO DE CEMENTO: <math>N = \frac{W_c}{V}</math></p> <p>CONTENIDO DE AIRE: <math>A = \left( \frac{T - Y}{Y} \right) \times 100</math> <math>A = \left( \frac{T - W}{Y} \right) \times 100</math></p> <p>PESO UNITARIO TEÓRICO DEL CONCRETO: <math>T = \frac{W_c}{V}</math></p>																																																																																																																																			
RESULTADOS	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="4">CON ADITIVO</th> <th colspan="4">SIN ADITIVO</th> <th rowspan="2">UNIDAD</th> </tr> <tr> <th>0.62</th> <th>0.62</th> <th>0.62</th> <th>0.62</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>w/c=</td> <td>0.62</td> <td>0.62</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>7.04</td> <td>7.04</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>P.e.</td> <td>997.97</td> <td>997.97</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>kgf/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Vo. Recp.</td> <td>0.007054</td> <td>0.007054</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Pm</td> <td>13.52</td> <td>13.52</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>kg</td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>1916.55602</td> <td>1916.55602</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>kgf/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>2217.75</td> <td>2217.76</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>kgf/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>0.0977</td> <td>0.0977</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Ry</td> <td>1.0615</td> <td>1.0612</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>477.1</td> <td>477.1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>kgf/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>1.5</td> <td>1.5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A= Contenido de aire (%) en el concreto.</li> <li>N= Contenido real del cemento, kgf/m<sup>3</sup></li> <li>Nt= Peso del cemento en la bachada, kgf</li> <li>Ry= Rendimiento relativo</li> <li>T= Peso unitario teórico del concreto, suponiendo la no presencia del aire, kgf/m<sup>3</sup></li> <li>V= Volumen total absoluto de los ingredientes (sin aire atrapado) que componen la bachada, m<sup>3</sup>.</li> <li>Vo recp.= Volumen recipiente, m<sup>3</sup>.</li> <li>W= Peso unitario del concreto, kgf/m<sup>3</sup>.</li> <li>Wt= Peso total de todos los materiales de la bachada, kgf.</li> <li>Y= Rendimiento, volumen de concreto producido por bachada, m<sup>3</sup>.</li> <li>Yd= Volumen de concreto que, por diseño, debería producir la bachada, m<sup>3</sup>.</li> </ul> <p>OBSERVACIONES:</p>					CON ADITIVO				SIN ADITIVO				UNIDAD	0.62	0.62	0.62	0.62					w/c=	0.62	0.62								P	7.04	7.04							kg	P.e.	997.97	997.97							kgf/m <sup>3</sup>	Vo. Recp.	0.007054	0.007054							m <sup>3</sup>	Pm	13.52	13.52							kg	W	1916.55602	1916.55602							kgf/m <sup>3</sup>	T	2217.75	2217.76							kgf/m <sup>3</sup>	Y	0.0977	0.0977							m <sup>3</sup>	Ry	1.0615	1.0612								N	477.1	477.1							kgf/m <sup>3</sup>	A	1.5	1.5							%
	CON ADITIVO					SIN ADITIVO				UNIDAD																																																																																																																										
	0.62	0.62	0.62	0.62																																																																																																																																
w/c=	0.62	0.62																																																																																																																																		
P	7.04	7.04							kg																																																																																																																											
P.e.	997.97	997.97							kgf/m <sup>3</sup>																																																																																																																											
Vo. Recp.	0.007054	0.007054							m <sup>3</sup>																																																																																																																											
Pm	13.52	13.52							kg																																																																																																																											
W	1916.55602	1916.55602							kgf/m <sup>3</sup>																																																																																																																											
T	2217.75	2217.76							kgf/m <sup>3</sup>																																																																																																																											
Y	0.0977	0.0977							m <sup>3</sup>																																																																																																																											
Ry	1.0615	1.0612																																																																																																																																		
N	477.1	477.1							kgf/m <sup>3</sup>																																																																																																																											
A	1.5	1.5							%																																																																																																																											
JEFE DE LABORATORIO																																																																																																																																				
NOMBRE:																																																																																																																																				
FIRMA:																																																																																																																																				
FECHA:																																																																																																																																				
																																																																																																																																				

**Anexo 11**  
**Ensayos realizados**



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN  
PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA  
HIDRÁULICA A&A INSTRUMENTO STYE 2000**



**TESIS** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGÁNICOS, HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN, 2021

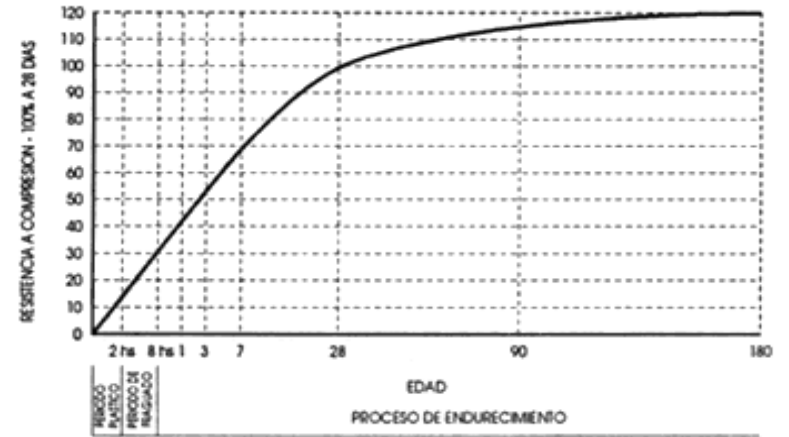
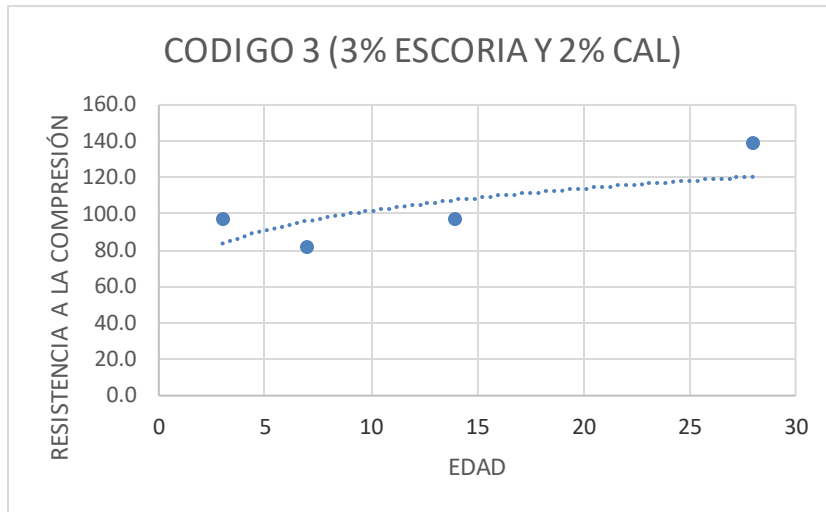
**UBICACIÓN** : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

**FECHA** : JUNIO DEL 2021

**TRATAMIENTO** : CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)

**TESISTA** : BACH. KATTY CORNEJO CHACON / BACH. JHONATAN CIRIACO SOLIS

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm2	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c (KG/CM2)	% de F'c
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	26/06/21	3	15.1	179.08	175	295.48	30130	<b>168.25</b>	96.1
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	30/06/21	7	15.0	176.72	175	246.62	25148	<b>142.31</b>	81.3
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	07/07/21	14	15.1	179.08	175	296.3	30214	<b>168.72</b>	96.4
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	21/07/21	28	15.0	176.72	175	419.88	42815	<b>242.28</b>	138.4



**OBSERVACIONES**

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN  
PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA  
HIDRÁULICA A&A INSTRUMENTE 2000**



**TESIS** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGÁNICOS, HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN, 2021

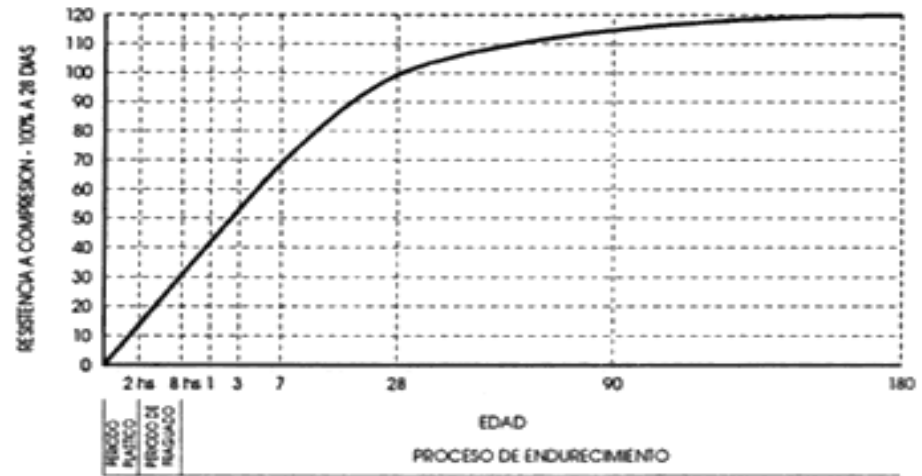
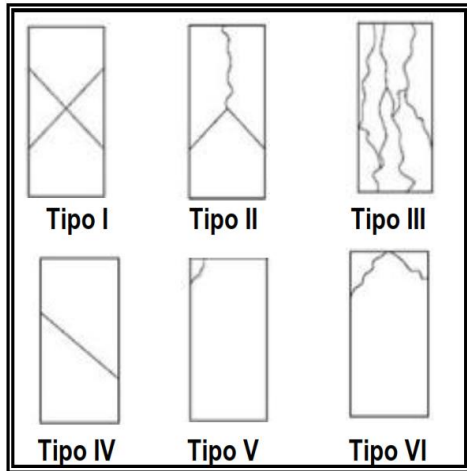
**UBICACIÓN** : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

**FECHA** : JUNIO DEL 2021

**TRATAMIENTO** : CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)

**TESISTA** : BACH. KATTY CORNEJO CHACON / BACH. JHONATAN CIRIACO SOLIS

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c (KG/CM <sup>2</sup> )	% de F'c
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	26/06/21	3	15.1	179.08	175	258.6	26369	<b>147.25</b>	84.1
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	30/06/21	7	15.0	176.72	175	238.5	24320	<b>137.62</b>	78.6
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	07/07/21	14	15.1	179.08	175	302.5	30846	<b>172.25</b>	98.4
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	21/07/21	28	15.0	176.72	175	389.5	39717	<b>224.75</b>	128.4

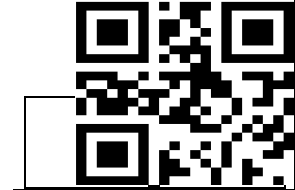


### OBSERVACIONES

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN  
PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA  
HIDRÁULICA A&A INSTRUMENTE 2000**



**TESIS** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGÁNICOS, HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN, 2021

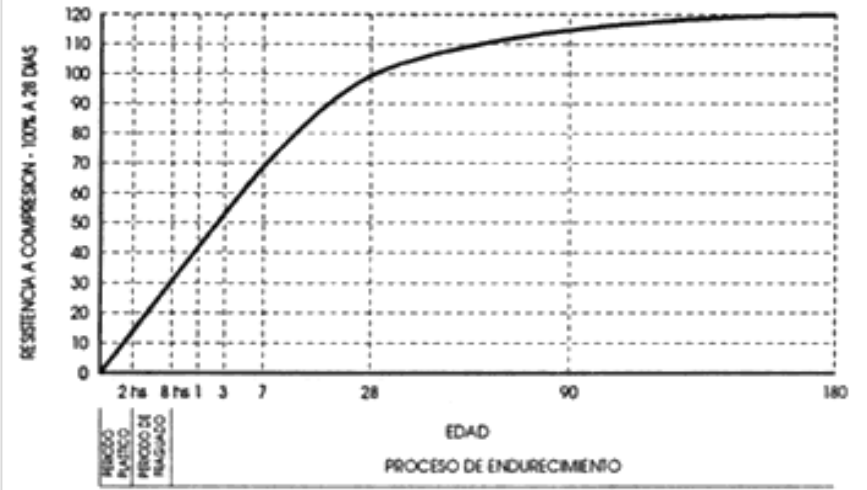
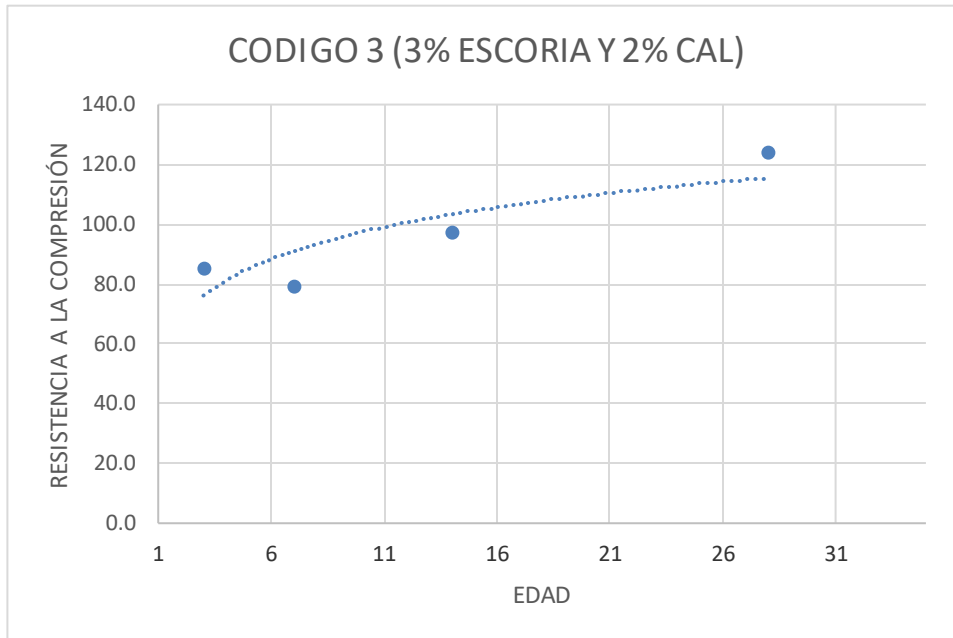
**UBICACIÓN** : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

**FECHA** : JUNIO DEL 2021

**TRATAMIENTO** : CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)

**TESISTA** : BACH. KATTY CORNEJO CHACON / BACH. JHONATAN CIRIACO SOLIS

ESTRUCTURA	FECHA DE	FECHA DE	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA	RESISTENCIA	RESISTENCIA	F'c (KG/CM <sup>2</sup> )	% de F'c
	MOLDEO	ROTURA				A DE DISEÑO	TOTAL (KN)	TOTAL (KG)		
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	26/06/21	3	15.1	179.08	175	261.4	26655	<b>148.84</b>	85.1
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	30/06/21	7	15.0	176.72	175	241.5	24626	<b>139.35</b>	79.6
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	07/07/21	14	15.1	179.08	175	299.6	30550	<b>170.60</b>	97.5
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	21/07/21	28	15.0	176.72	175	375.6	38300	<b>216.73</b>	123.8

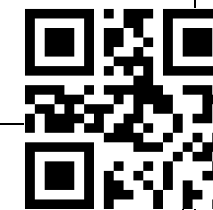


**OBSERVACIONES**

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAMETRAL (ENSAYO  
BRASILEÑO) DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN PROBETAS  
ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA HIDRÁULICA A&A  
INTRUMEN STYE 2000**



**TESIS** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGÁNICOS, HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN, 2021

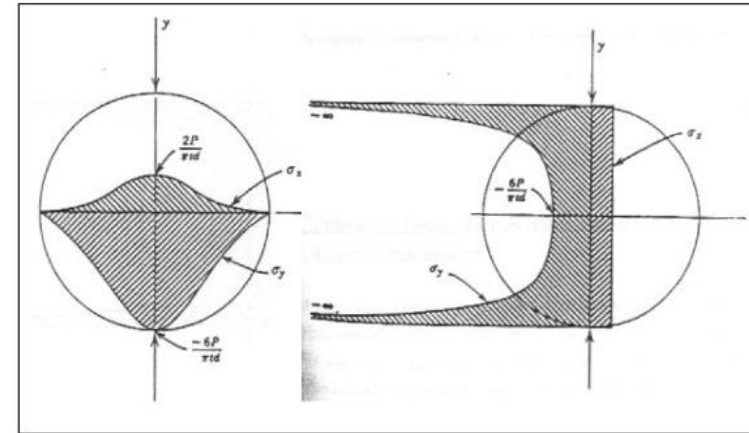
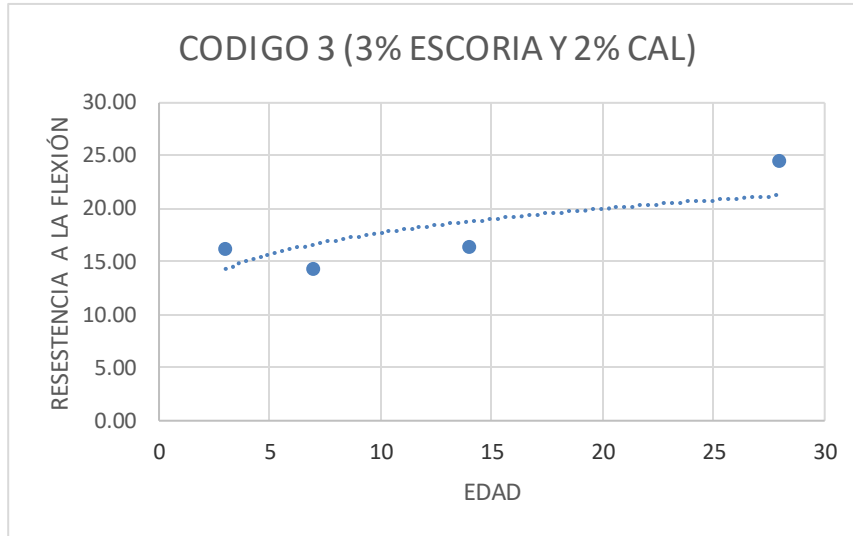
**UBICACIÓN** : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

**FECHA** : JUNIO DEL 2021

**TRATAMIENTO** : CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)

**TESISTA** : BACH. KATTY CORNEJO CHACON / BACH. JHONATAN CIRIACO SOLIS

ESTRUCTURA	FECHA DE	FECHA DE	EDAD	DIÁM	LONG	RESISTEN	RESIST	RESIST	F'cti	% F'ct
	MOLDEO	ROTURA	EN DÍAS	ETRO (mm)	ITUD (mm)	CIA DE DISEÑO	ENCIA TOTAL (KN)	ENCIA TOTAL (N)	(N/mm2)	
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	26/06/21	3	151. 0	300. 0	175	1159.9 0	11599 00	<b>16.30</b>	14.7
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	30/06/21	7	152. 0	300. 0	175	1033.7 0	10337 00	<b>14.43</b>	13.0
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	07/07/21	14	150. 0	302. 0	175	1174.8 0	11748 00	<b>16.51</b>	14.9
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	21/07/21	28	151. 0	300. 0	175	1745.2 0	17452 00	<b>24.53</b>	22.1



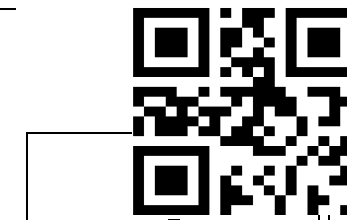
**Figura 2.2-** Distribución de tensiones teórica sobre los planos diametral y vertical para el ensayo de tracción indirecta [10]

**OBSERVACIONES**

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAMETRAL (ENSAYO  
BRASILEÑO) DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN PROBETAS  
ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA HIDRÁULICA A&A  
INTRUMEN STYE 2000**



**OBRA** : PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGANICO, HUANCAYO, JUNIN 2021

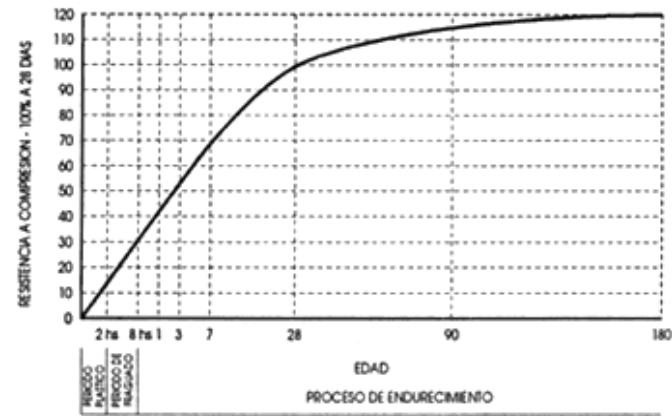
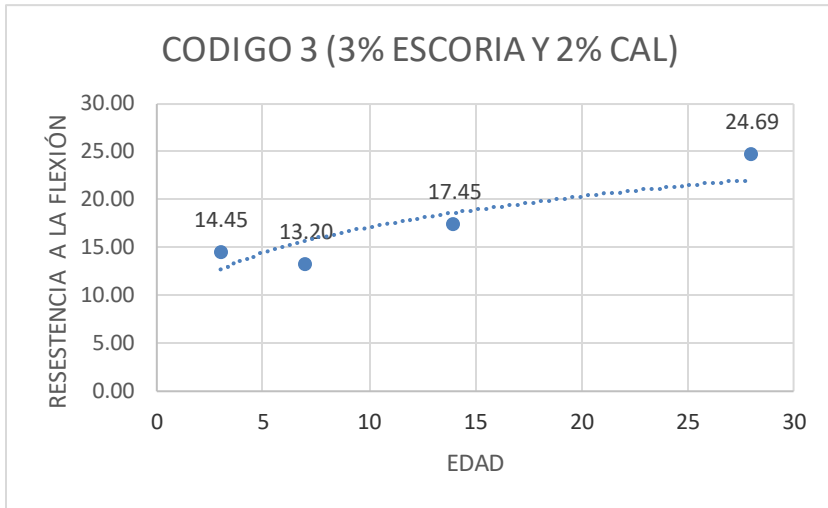
**UBICACIÓN** : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

**FECHA** : JUNIO DEL 2021

**TRATAMIENTO** : CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)

**TESISTA** : BACH. KATTY CORNEJO CHACON / BACH. JHONATAN CIRIACO SOLIS

ESTRUCTURA	FECHA DE	FECHA DE	EDAD	DIÁMETRO	LONGITUD	RESISTENCIA	RESISTENCIA	RESISTENCIA	RESISTENCIA	F <sup>cti</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	% F <sup>ct</sup>
	MOLDEO	ROTURA	EN DÍAS	(mm)	(mm)	DE DISEÑO	TOTAL (KN)	TOTAL (N)	TOTAL (KG)		
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	26/06/21	3	151.0	300.0	175	1028.50	1028500	104876145	<b>14.45</b>	13.0
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	30/06/21	7	152.0	300.0	175	945.60	945600	96422832	<b>13.20</b>	11.9
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	07/07/21	14	150.0	302.0	175	1241.50	1241500	126595755	<b>17.45</b>	15.7
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	21/07/21	28	151.0	303.0	175	1774.10	1774100	180904977	<b>24.69</b>	22.2

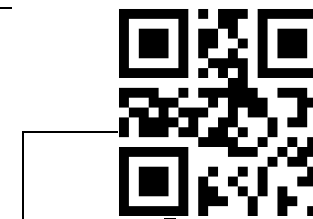


**OBSERVACIONES**

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAMETRAL (ENSAYO  
BRASILEÑO) DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN PROBETAS  
ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA HIDRÁULICA A&A  
INTRUMEN STYE 2000**



**TESIS** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGÁNICOS, HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN, 2021

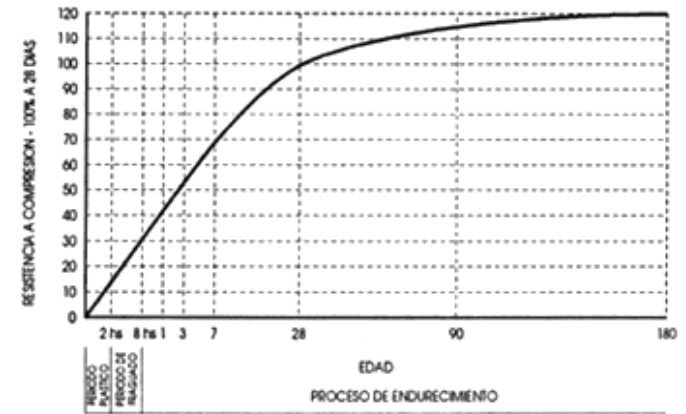
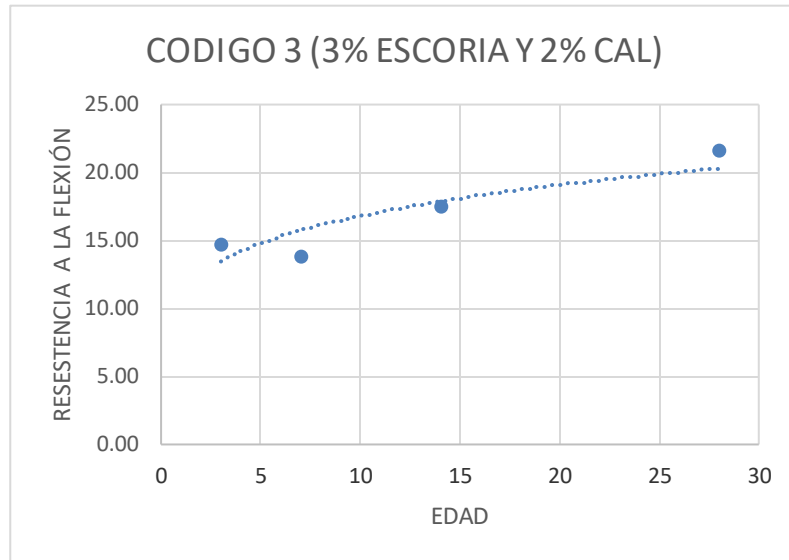
**UBICACIÓN** : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

**FECHA** : JUNIO DEL 2021

**TRATAMIENTO** : CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)

**TESISTA** : BACH. KATTY CORNEJO CHACON / BACH. JHONATAN CIRIACO SOLIS

ESTRUCTURA	FECHA DE	FECHA DE	EDAD	DIÁMETRO	LONGITUD	RESISTENCIA	RESISTENCIA	RESISTENCIA	RESISTENCIA	F'cti (N/mm <sup>2</sup> )	% F'ct
	MOLDEO	ROTURA	EN DÍAS	(mm)	(mm)	DE DISEÑO	TOTAL (KN)	TOTAL (N)	TOTAL (KG)		
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	26/06/21	3	151.0	300.0	175	1044.50	1044500	106507665	<b>14.68</b>	13.2
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	30/06/21	7	152.0	300.0	175	989.70	989700	100919709	<b>13.82</b>	12.4
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	07/07/21	14	150.0	302.0	175	1245.20	1245200	126973044	<b>17.50</b>	15.7
CODIGO 3 (3% ESCORIA Y 2% CAL)	23/06/21	21/07/21	28	151.0	303.0	175	1554.70	1554700	158532759	<b>21.63</b>	19.5



**OBSERVACIONES**

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.

## Anexo 12

### Diseño de mezcla para concreto ternario $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ – con 5 % de escoria granulada y 5 % de cal hidráulica



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

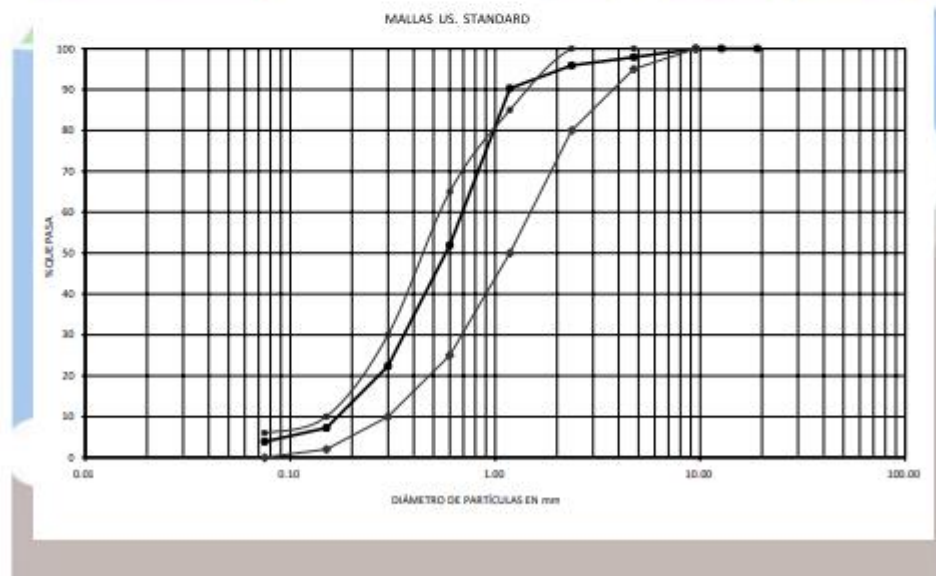


OBRA	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGANICO, HUANCAYO, JUNIN 2021
SOLICITA	HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN
CANTERA	MARABAMBA
FECHA	30 DE MAYO DEL 2022

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

##### CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO

Tamiz N°	Diámetro (mm)	Peso Retenido (gr.)	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo
3"	76.200					Descripción Muestra Agregado Fino cribado para ser utilizado en la producción de concreto
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
3/4"	19.050	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.00	100.00	100	100
4	4.750	40.80	2.10	97.90	95	100
8	2.360	38.90	2.00	98.00	80	100
16	1.180	109.10	5.62	94.38	50	85
30	0.600	745.20	38.37	61.63	25	65
50	0.300	574.20	29.57	70.43	10	30
100	0.150	293.20	15.10	84.90	2	10
200	0.075	65.30	3.36	96.64	0	6
200	0.075	11.00	0.57	99.43		



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667

Elio Augusto Saavedra C.  
TÉC. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

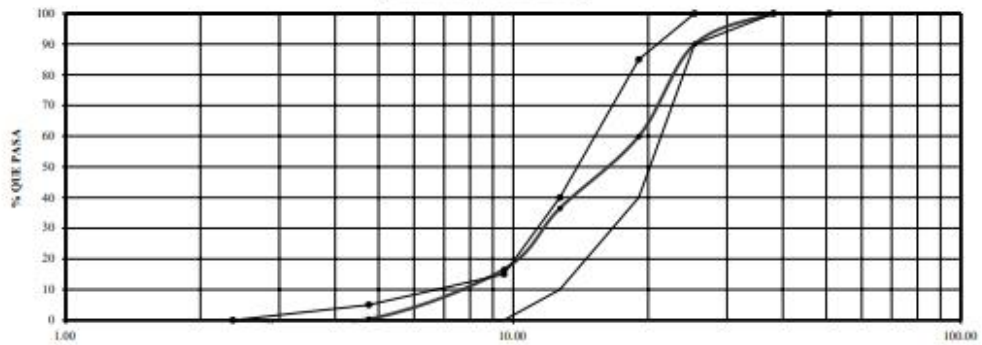
EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



<b>OBRA</b>	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGANICO, HUANCAYO, JUNIN 2021
<b>SOLICITA</b>	HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN
<b>CANTERA</b>	MARABAMBA
<b>FECHA</b>	30 DE MAYO DEL 2022

Tamiz N°	Diámetro (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido Acumulad	% que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo	
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>							
					ASTM C 33-6	Modulo de fineza	
						Tamaño máximo nominal	
<b>AGREGADO GRUESO</b>							
2 1/2"	63.500					1	
2"	50.800				100	100	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00	100	100	
1"	25.400	296.30	9.96	90.04	90	100	
3/4"	19.050	896.30	30.14	40.10	40	85	
1/2"	12.700	695.80	23.40	63.50	10	40	
3/8"	9.525	592.00	19.91	83.40	0	15	
4"	4.750	482.00	16.21	100	0	5	
8"	2.360	12.00	0.40	0.00	0	0	
		2974					

MALLAS U.S. STANDARD



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
JEC LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO FLUIDO F<sup>cr</sup> C = 175kg/Cm<sup>2</sup>**

OBRA : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGANICO, HUANCAYO, JUNIN  
2021

SOLICITA : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

FECHA : 30 DE MAYO DEL 2022

CANTERA : MARABAMBA 5% DE CAL Y 5% DE ESCOREA

**1- DATOS PARA EL CÁLCULO DEL DISEÑO DE MORTERO**

	f <sup>cr</sup>	175		
	s <sup>sup</sup>	3" - 4"		
ENSAYO FÍSICO	Agr. Grueso	Agr. Fino		
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1			
MODULO DE FINZA	-	2.68		
PESO UNITARIO SUELTO	1268.0	1417.6		
PESO UNITARIO COMPACTADO	1446.4	1574.3		
PESO ESPECÍFICO	2.515	2.610		
% DE ABSORCIÓN	0.160	0.67		
HUMEDAD	1.50	0.7		
PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO	3.11			
ADICIONES ESPECIALES A DE ADITIVOS	DENSIDAD	DOSIS	MARCA	PRODUCTO
CAL	2.33	5	CAL	15.56
ESCOREA	3.49	5	ESCOREA	15.56
ADICIONES ESPECIALES A DE ADITIVOS	PESO KG	VOLUMEN Lt	VOLUMEN m <sup>3</sup>	
CAL	15.5645	36.2653	36.2653	
ADITIVO INCORPORADOR (% peso de cemento )	15.5645	54.3202	54.3202	

Se calculará las proporciones de los materiales integrantes de una mezcla de concreto a ser empleada en la Obra.

Las especificaciones de obra indican:

SE USARÁ 5% DE CAL EN PESO DE CEMENTO Y 5 %ESCOREA EN PESO DE CEMENTO

**2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:**

f<sup>cr</sup> 175 +/-

75

250

**3- CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA**

agua en litros = Lt

193

**4- CONTENIDO DE AIRE EN %**

APORTE DE LOS ADICIONADORES	APORTE DEL ADITIVO	CONTENIDO DE AIRE
1.5	0.0	1.5

**5- RELACIÓN AGUA CEMENTO**

A:C = 0.620



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
I.E.C. LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**6- FACTOR CEMENTO** Pc175

A/C= 7.32

C= :

C= kg.

**7- AGREGADO GRUESO**

1446 X 0.69 = 998 kg

**8- VOLUMENES ABSOLUTOS**

	en peso kg.	en volumen
Cemento	311	0.10009 M <sup>3</sup>
Agua	193	0.19300 M <sup>3</sup>
Aire	1.5	0.01500 M <sup>3</sup>
Agr.Grueso	998	0.39682 M <sup>3</sup>
CAL	15.565	0.00668 M <sup>3</sup>
SCOREA	15.565	0.00446 M <sup>3</sup>
suma de valores		0.7161 M <sup>3</sup>

volumen del Agr. Fino  =  M<sup>3</sup>  
volumen del Agr. Fino  M<sup>3</sup>  
peso del Agr.Fino  kg

**9- DISEÑO SECO**

	en kg.
Cemento	311 kg
Agua	193 kg
Agr. Grueso	998 kg
Agr. fino	741 kg
CAL	15.56 kg
SCOREA	15.56 kg
suma de valores	2278 kg

**10- CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Agr. Grueso	<input type="text" value="1013"/> kg
Agr. fino	<input type="text" value="746"/> kg

**11- AGUA EFECTIVA**

aporte Ag. Grueso	<input type="text" value="-13.37"/>
aporte de Ag. Fino	<input type="text" value="-0.22"/>
aporte total de agua	<input type="text" value="-13.60"/>

Agua efectiva

52.78

0.576 piedra  
0.424 arena

**12- DISEÑO HÚMEDO x M3**

Cemento	<input type="text" value="311"/> kg	<input type="text" value="9.34"/> kg
Agua	<input type="text" value="207"/> kg	<input type="text" value="6.20"/> kg
Agr. Grueso	<input type="text" value="1013"/> kg	<input type="text" value="30.99"/> kg
Agr. fino	<input type="text" value="746"/> kg	<input type="text" value="22.39"/> kg
CAL	<input type="text" value="15.56"/> kg	<input type="text" value="0.467"/> kg
SCOREA	<input type="text" value="15.56"/> kg	<input type="text" value="0.467"/> kg
	<input type="text" value="2308"/> kg	



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667



Elio Augusto Saavedra C.  
TÉC. LABORATORIO SOBRE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



**13- PROPORCIÓN EN PESO**

	Pie3/Saco	
Cemento	1	Pie3
Agre. Grueso	3.2	Pie3
Agre. fino	2.4	Pie3
Agua	28.2	L./saco
CAL	2.125	L./saco
ESCOREA	3.427	L./saco

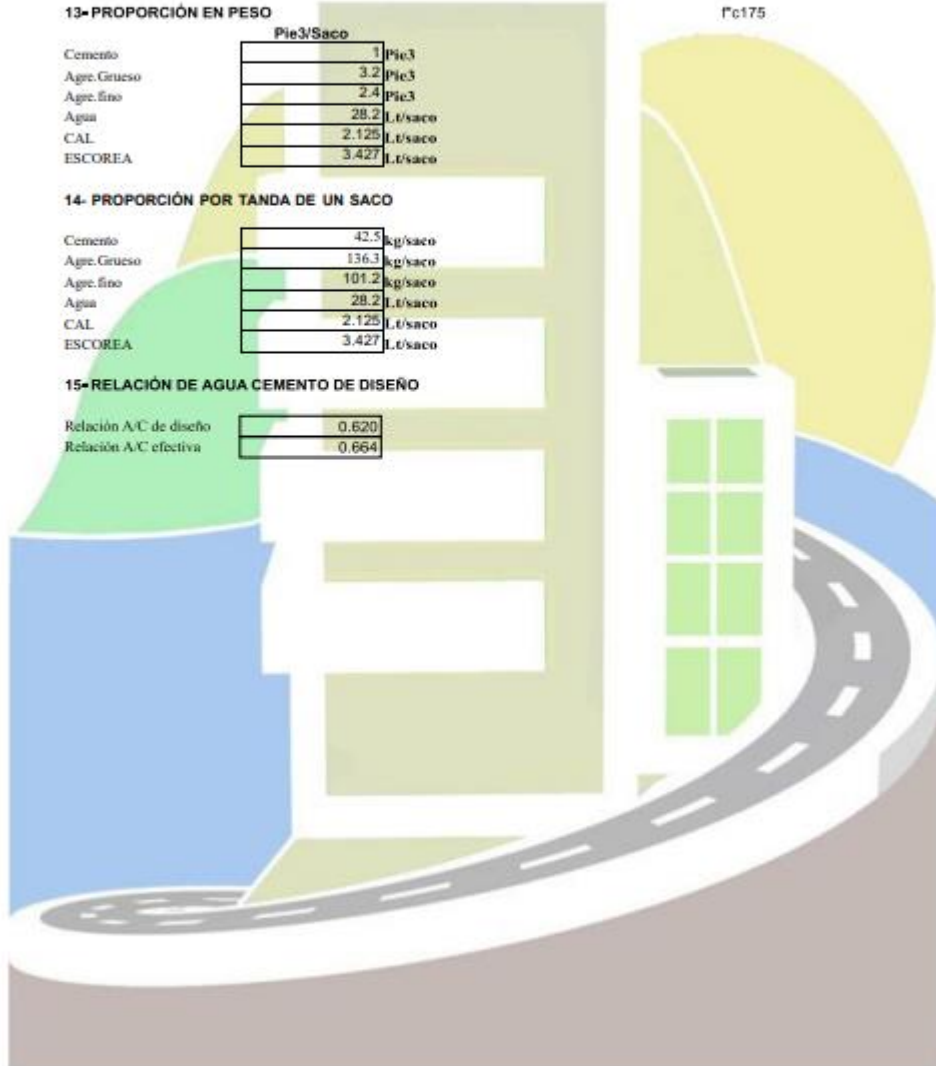
**14- PROPORCIÓN POR TANDA DE UN SACO**

Cemento	42.5	kg/saco
Agre. Grueso	136.3	kg/saco
Agre. fino	101.2	kg/saco
Agua	28.2	L./saco
CAL	2.125	L./saco
ESCOREA	3.427	L./saco

**15- RELACIÓN DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO**

Relación A/C de diseño	0.620
Relación A/C efectiva	0.664

Fc175



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169667

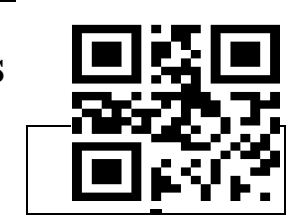


Elio Augusto Saavedra C.  
TÉC. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

**Anexo 13**  
**Ensayos realizados**



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS  
ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA HIDRÁULICA  
A&A INSTRUMEN STYE 2000**



**TESIS** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGÁNICOS, HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN, 2021

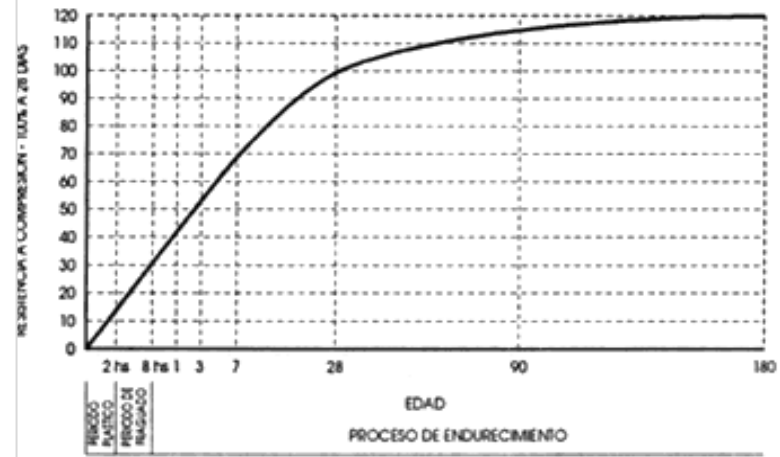
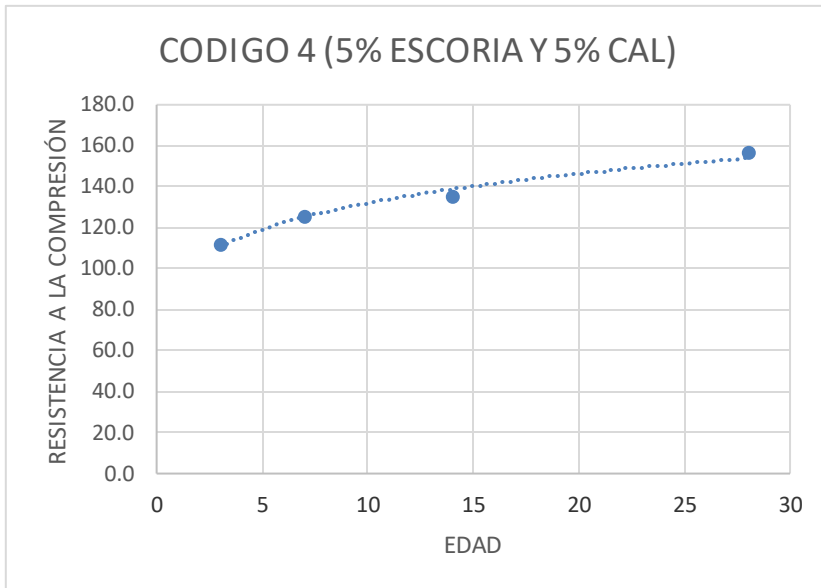
**UBICACIÓN** : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

**FECHA** : JUNIO DEL 2021

**TRATAMIENTO** : CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)

**TESISTA** : BACH. KATTY CORNEJO CHACON / BACH. JHONATAN CIRIACO SOLIS

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c (KG/CM <sup>2</sup> )	% de F'c
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	26/06/21	3	15.1	179.08	175	341.91	34865	<b>194.69</b>	111.3
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	30/06/21	7	15.0	176.72	175	380.33	38782	<b>219.46</b>	125.4
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	07/07/21	14	15.1	179.08	175	415.2	42338	<b>236.42</b>	135.1
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	21/07/21	28	15.0	176.72	175	475.29	48465	<b>274.26</b>	156.7

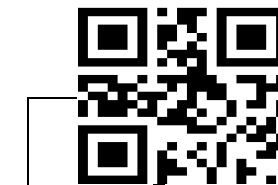


**OBSERVACIONES**

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN  
PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA  
HIDRÁULICA A&A INSTRUMENTE 2000**



**TESIS** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGÁNICOS, HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN, 2021

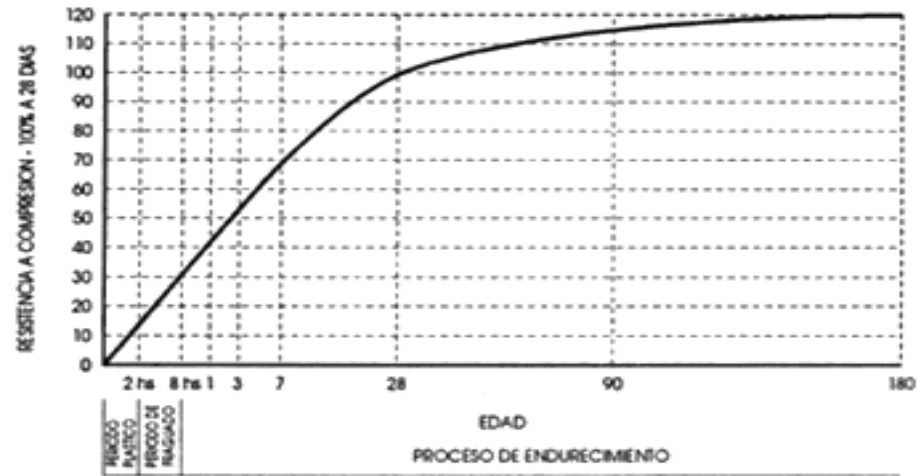
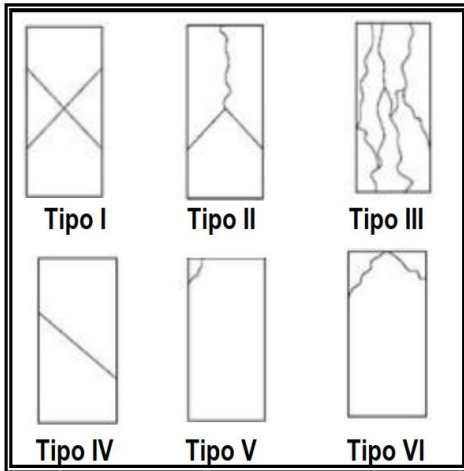
**UBICACIÓN** : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

**FECHA** : JUNIO DEL 2021

**TRATAMIENTO** : CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)

**TESISTA** : BACH. KATTY CORNEJO CHACON / BACH. JHONATAN CIRIACO SOLIS

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c (KG/CM <sup>2</sup> )	% de F'c
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	26/06/21	3	15.1	179.08	175	352.3	35924	<b>200.60</b>	114.6
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	30/06/21	7	15.0	176.72	175	386.4	39401	<b>222.96</b>	127.4
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	07/07/21	14	15.1	179.08	175	416.5	42471	<b>237.16</b>	135.5
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	21/07/21	28	15.0	176.72	175	481.2	49068	<b>277.67</b>	158.7

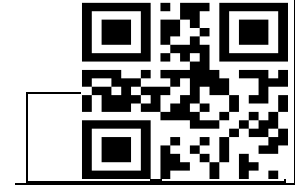


### OBSERVACIONES

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN  
PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA  
HIDRÁULICA A&A INSTRUMENTE 2000**



**TESIS** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGÁNICOS, HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN, 2021

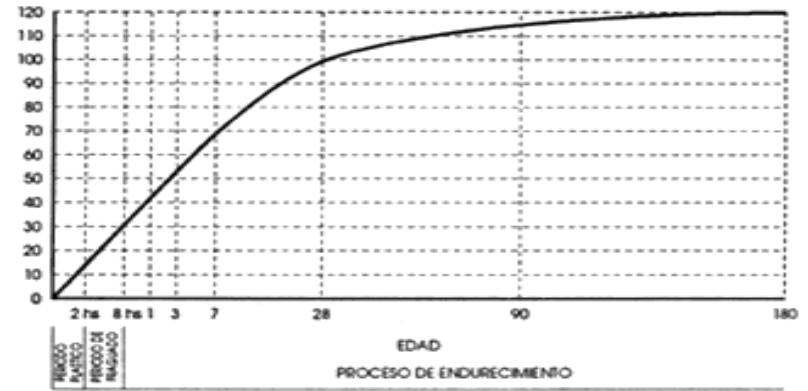
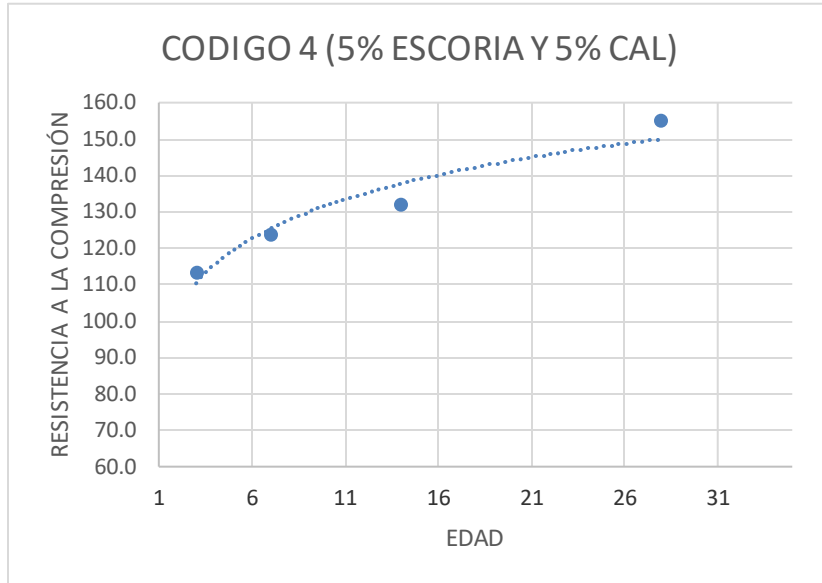
**UBICACIÓN** : HUANCAYO - HUANCAYO - JUNIN

**FECHA** : JUNIO DEL 2021

**TRATAMIENTO** : CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)

**TESISTA** : BACH. KATTY CORNEJO CHACON / BACH. JHONATAN CIRIACO SOLIS

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA Cm2	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c (KG/CM2)	% de F'c
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	26/06/21	3	15.1	179.08	175	348.5	35537	<b>198.44</b>	113.4
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	30/06/21	7	15.0	176.72	175	374.5	38188	<b>216.10</b>	123.5
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	07/07/21	14	15.1	179.08	175	405.2	41318	<b>230.73</b>	131.8
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	21/07/21	28	15.0	176.72	175	469.8	47906	<b>271.09</b>	154.9

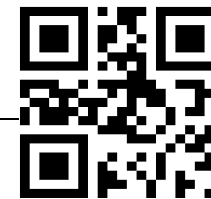


**OBSERVACIONES**

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAMETRAL (ENSAYO  
BRASILEÑO) DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN PROBETAS  
ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA HIDRÁULICA A&A  
INTRUMEN STYE 2000**



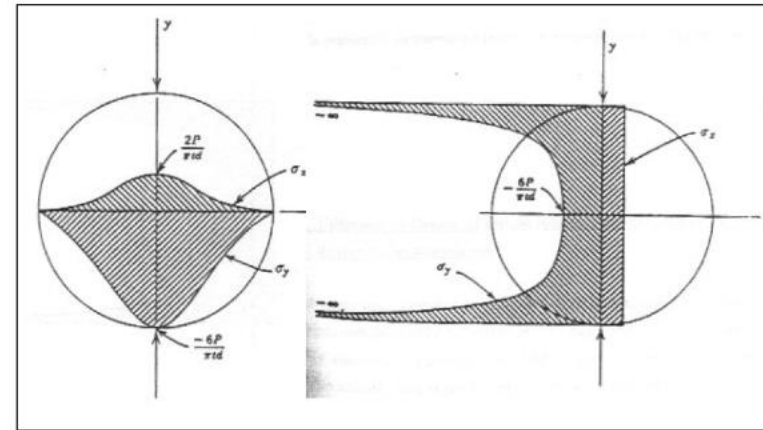
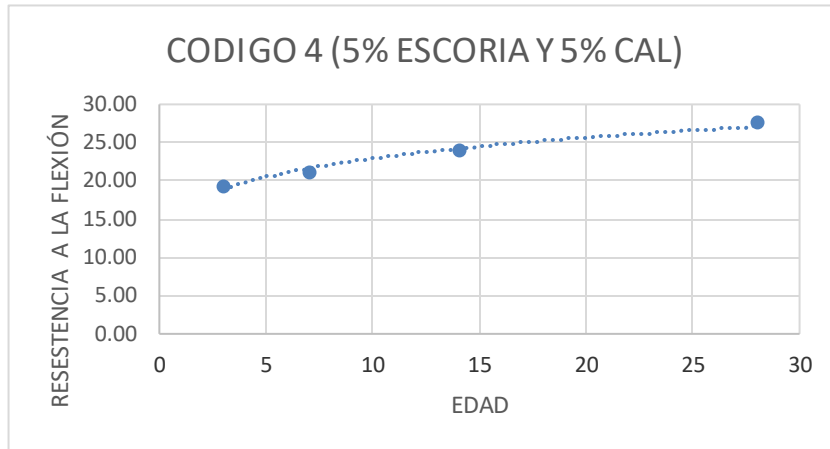
**TESIS** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGÁNICOS, HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN, 2021

**UBICACIÓN** : HUANCAYO - HUANCAYO  
- JUNIN

**FECHA** : JUNIO DEL 2021  
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y

**TESISTA** : 5% CAL)

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLD	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (mm)	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (N)	F <sub>cti</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	% F <sub>ct</sub>
	CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	26/06/21	3	150.0	300.0	175	1361.70	1361700	<b>19.26</b>
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	30/06/21	7	152.0	300.0	175	1507.50	1507500	<b>21.05</b>	18.9
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	07/07/21	14	150.1	302.0	175	1705.20	1705200	<b>23.95</b>	21.6
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	21/07/21	28	151.0	300.0	175	1964.50	1964500	<b>27.61</b>	24.8



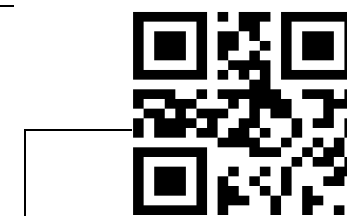
**Figura 2.2-** Distribución de tensiones teórica sobre los planos diametral y vertical para el ensayo de tracción indirecta [10]

### OBSERVACIONES

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAMETRAL (ENSAYO  
BRASILEÑO) DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN PROBETAS  
ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA HIDRÁULICA A&A  
INTRUMEN STYE 2000**



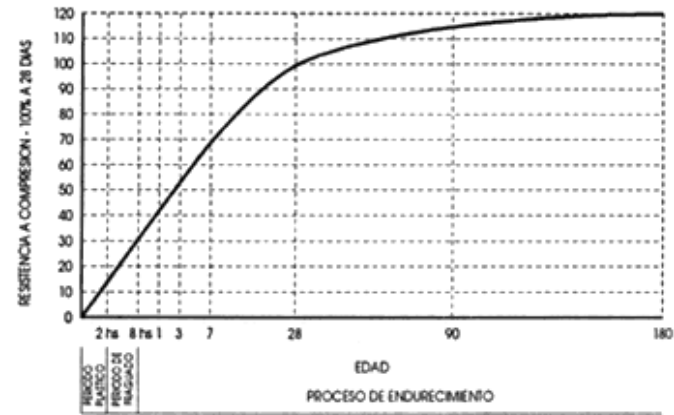
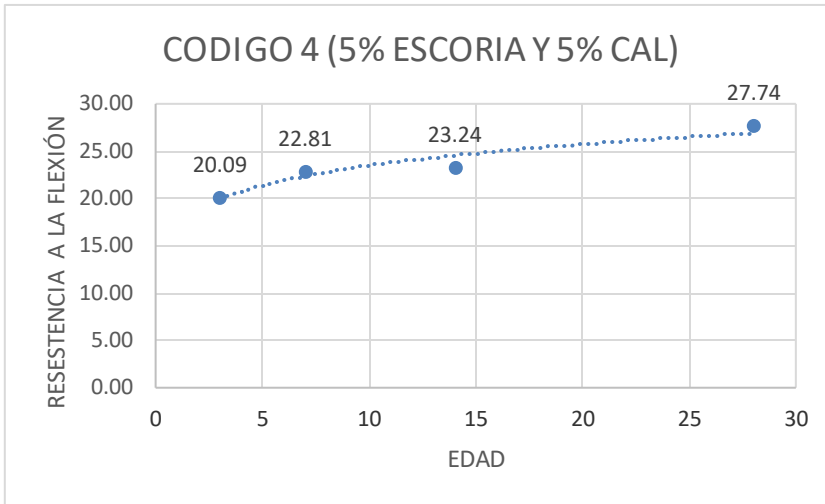
**TESIS** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGÁNICOS, HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN, 2021

**UBICACIÓN** : HUANCAYO - JUNIN

**FECHA** : JUNIO DEL 2021

**TESISTA** : CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)

ESTRUCTURA	FECH A DE	FECH A DE	EDA D	DIÁME TRO	LONGI TUD	RESISTENC IA	RESISTE NCIA	RESISTE NCIA	RESISTE NCIA	F`cti (N/mm2)	% F`ct
	MOLD EO	ROTU RA	EN DÍAS	(mm)	(mm)	DE DISEÑO	TOTAL (KN)	TOTAL (N)	TOTAL (KG)		
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	26/06/21	3	151.0	300.0	175	1429.50	1429500	145766115	<b>20.09</b>	18.1
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	30/06/21	7	150.2	300.0	175	1614.50	1614500	164630565	<b>22.81</b>	20.5
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	07/07/21	14	150.0	302.0	175	1653.50	1653500	168607395	<b>23.24</b>	20.9
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	21/07/21	28	151.0	303.0	175	1993.60	1993600	203287392	<b>27.74</b>	25.0

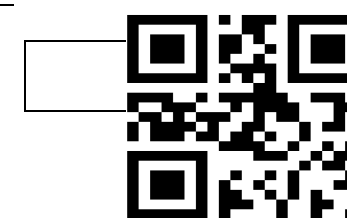


**OBSERVACIONES**

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



**RESISTENCIA A COMPRESIÓN DIAMETRAL (ENSAYO  
BRASILEÑO) DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN PROBETAS  
ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) - PRENSA HIDRÁULICA A&A  
INTRUMEN STYE 2000**



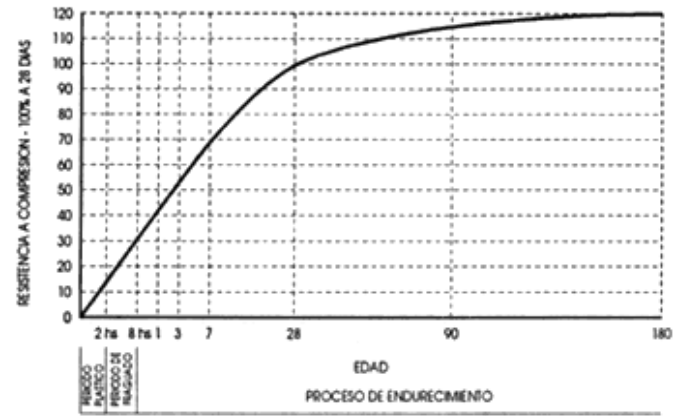
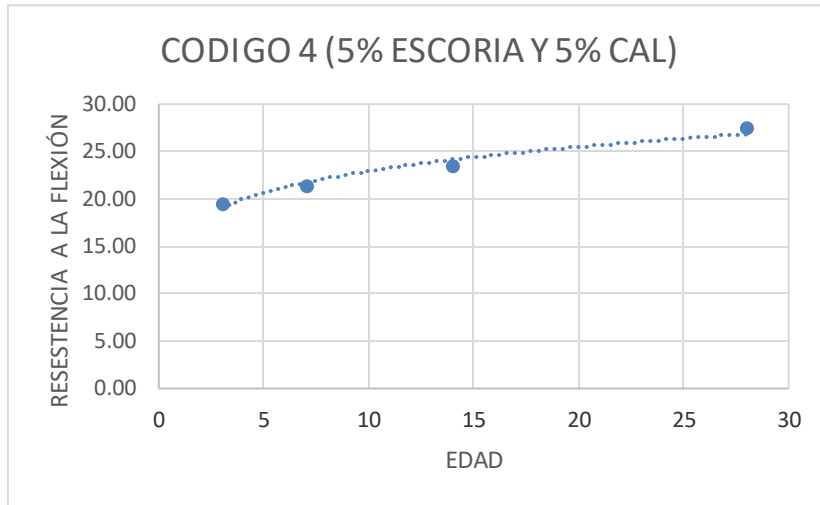
**TESIS** : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO TERNARIO MODIFICADOS CON MATERIALES INORGÁNICOS, HUANCAYO, REGIÓN JUNÍN, 2021

**UBICACIÓN** : HUANCAYO - JUNIN

**FECHA** : JUNIO DEL 2021

**TESISTA** : CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)

ESTRUCTURA	FECH A DE	FECH A DE	EDA D	DIÁME TRO	LONGI TUD	RESISTENC IA	RESISTE NCIA	RESISTE NCIA	RESISTE NCIA	F`cti (N/mm2)	% F`ct
	MOLD EO	ROTU RA	EN DÍAS	(mm)	(mm)	DE DISEÑO	TOTAL (KN)	TOTAL (N)	TOTAL (KG)		
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	26/06/21	3	151.0	300.0	175	1386.90	1386900	141422193	<b>19.49</b>	17.5
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	30/06/21	7	152.0	300.0	175	1523.60	1523600	155361492	<b>21.27</b>	19.1
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	07/07/21	14	151.0	302.0	175	1688.30	1688300	172155951	<b>23.57</b>	21.2
CODIGO 4 (5% ESCORIA Y 5% CAL)	23/06/21	21/07/21	28	150.0	303.0	175	1963.50	1963500	200218095	<b>27.50</b>	24.8



**OBSERVACIONES**

Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.

CNA-V1	<b>INVERSIONES B Y C - HUANCAYO</b> <b>LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y PAVIMENTOS</b>							
11/03/2022								
BB-CNA-01								
PROYECTO:	PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE CONCRETO TERCIARIO MODIFICADO CON MATERIALES INORGANICOS		INFORME N°:	1				
CANTERA:	MARABAMBA		FECHA:	11/03/2022				
SOLICITANTE:	Victor Ciríaco Solís							
<b>ENSAYO DE MEDICIÓN DE Q<sub>2</sub> DE AIRE DEL CONCRETO FRESCO</b>								
MTC E 706 - ASTM C 231								
<b>CÁLCULOS</b>								
PESO UNITARIO (kgf):	$W = \frac{W_c - W_a}{F_a}$	CONTENIDO DE CEMENTO:	$N = \frac{N_c}{Y}$					
RENDIMIENTO (m3):	$Y(m^3) = \frac{W}{W}$	CONTENIDO DE AIRE:	$A = \left(\frac{T - Y}{T}\right) \times 100$					
RENDIMIENTO RELATIVO:	$R_r = \frac{Y}{T}$	PESO UNITARIO TEÓRICO DEL CONCRETO:	$T = \frac{W_c}{V}$					
<b>RESULTADOS</b>								
PESOS Y VOLUMENES DEL CONCRETO RECIBIDO EN EL BACHADO POR EL METODO DE LA BACHADA								
	CON ADITIVO			SIN ADITIVO				UNIDAD
	0.62	0.62	0.62					
w/c=	0.62							
P	7.04							kg
P.e.	997.97							kgf/m3
Vo. Recp.	0.007054							m3
Pm	13.52							kg
W	1916.55602							kgf/m3
T	2217.75							kgf/m3
Y	0.0977							m3
Ry	1.0615							
N	477.1							kgf/m3
A	1.5							%

<b>JEFE DE LABORATORIO</b>	
NOMBRE:	
FIRMA:	
FECHA:	

